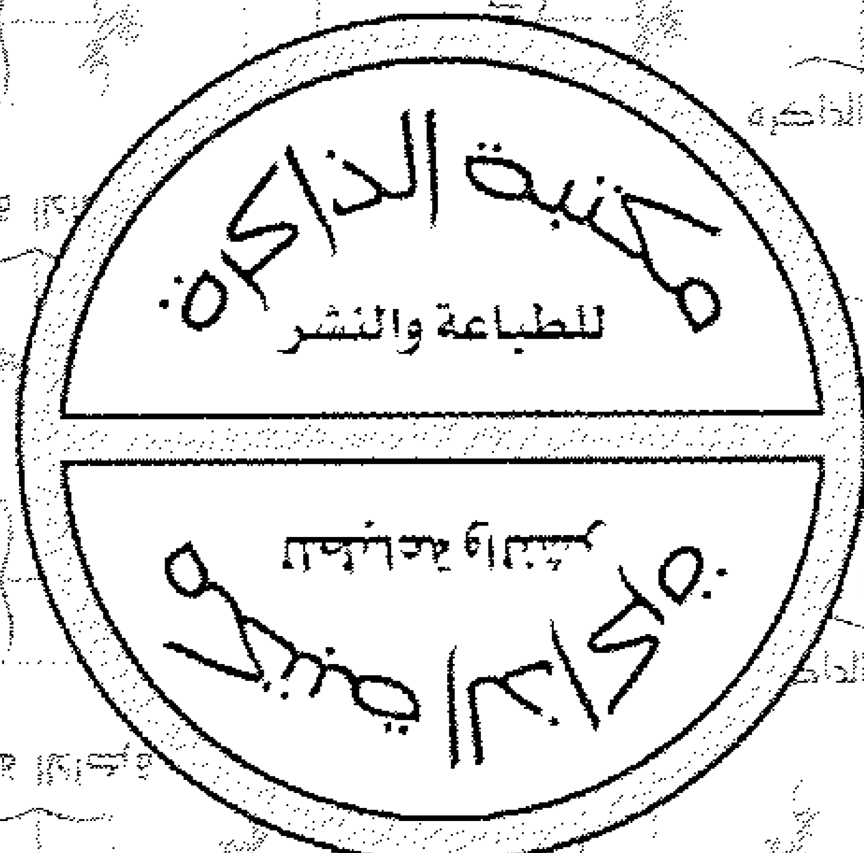
سلسلة أمراض النبات


# أمراض النبات
# الفايروسية والفايرويدية



الدكتور فياض محمد شريف

الذاكرة
للنشر والتوزيع


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

# أمراض النبات

# الفايروسية والفايرويدية

الكتاب: أمراض النبات الفايروسية والفايرويدية
المؤلف: فياض محمد شريف
عدد الصفحات: (٣٢٨) صفحة
رقم التصنيف: 632.8
رقم الإيداع لدى دار الكتب والوثائق: 1710 / 2011
الواصفات: / أمراض النبات الفايروسية/ / أمراض النبات الفايرويدية/ / فيروسات النبات/ / أمراض النبات/ / العدوى/ / المكافحة/


الطبعة الأولى / ٢٠١٢



الناشر




العراق: بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية.
هاتف: ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال: ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن: عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث.
هاتف: ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ / فاكس: ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+
بريد إلكتروني: info@althakerabookshop.com / www.althakerabookshop.com

سلسلة أمراض النبات

# أمراض النبات
## الفايروسية والفايرويدية

الدكتور فياض محمد شريف



# المحتويات

المحتويات ........ 7
الإهداء ........ 11
مقدمة ........ 13
الفصل الأول: الأمراض الفايروسية والفايروسات ........ 15
أهمية الفايروسات ........ 17
الأهمية الإقتصادية للأمراض الفايروسية على النبات ........ 18
ما هو الفايروس ........ 18
الأشكال التحت فايروسية المعدية ........ 21
الأحماض النووية التابعة ........ 21
الفايروسات التابعة ........ 21
الفايروسويدات ........ 22
الفايرويدات ........ 23
البريونات ........ 23
شكل وحجم الفايروس ........ 24
مواصفات الجينوم الفايروسي ........ 28
الفصل الثاني: تصنيف الفايروسات ........ 33
الفصل الثالث: الإصابة الفايروسية ........ 43
الفصل الرابع: كشف وتشخيص الإصابة الفايروسية ........ 65
الفصل الخامس: اعراض الإصابات الفايروسية ........ 71

الفصل السادس: أمراض الفايروسات العصوية........ 85
فايروسات جنس *Tobamovirus* ........ 85
فايروس موزائيك التبغ ........ 85
امراض فايروسات جنس *Tobavirus*........ 92
أمراض فايروسات جنس *Furovirus*........ 97
فايروس *Wheat soil-borne mosaic furovirus* ........ 99
فايروس (*Beet necrotic yellow*(BNYVV ........ 101
الأمراض المتسببة عن فايروسات *Hordeivirus*........ 106
فايروس (*Barley Stripe Mosaic Virus*(BSMV ........ 106
أمراض جنس *Potexvirus* ........ 109
الأمراض المتسببة عن جنس *Carlavirus* ........ 113
أمراض فايروسات جنس *Capillovirus* ........ 114
أمراض فايروسات جنس *Trichovirus* ........ 115
الأمراض المتسببة عن فايروسات *Potyviriodae* ........ 116
أمراض جنس *Potyvirus*........ 116
أمراض فايروس البطاطا Y ........ 117
فايروس الموزائيك العادي على الفاصوليا........ 122
فايروس موزائيك الخس........ 125
مرض شاركا ........ 127
فايروس جدري الإجاص ........ 127
مرض موزائيك قصب السكر ........ 134
مرض نقش التبغ ........ 136
موزائيك اللفت........ 138
موزائيك الرقي........ 139
موزائيك وإصفرار قرع زوكيني ........ 141
الأمراض المتسببة عن فايروسات جنس *Rymovirus*........ 144

الأمراض المتسببة عن جنس *Bymovirus* ........................................ 144
الأمراض المتسببة عن فايروسات *Closterovirus*................................. 145
مرض التدهور السريع في الحمضيات أو ترستيزا الحمضيات........................ 146
إصفرار الخس المعدي........................................................... 153
الفصل السابع: أمراض الفايروسات الأحاديةRNA المتساوية التناظر ............... 159
امراض جنس *Waikavirus* ......................................................... 159
مرض تونغرو الرز ................................................................ 160
مرض تقزم وإصفرار الذرة ........................................................ 162
امراض فايروسات عائلة *Luteoviride* ............................................. 164
أمراض جنس *Luteovirus* ........................................................ 164
إصفرار وتقزم الشعير............................................................. 165
أمراض جنس *Polerovirus*......................................................... 169
الإصفرار الغربي للبنجر........................................................... 169
مرض التفاف أوراق البطاطا........................................................ 172
امراض فايروسات *Comoviridae* .................................................. 175
أمراض جنس *Comovirus*......................................................... 175
فايروس موزائيك اللوبياء.......................................................... 175
أمراض جنس *Nepovirus*.......................................................... 177
فايروس *Tomato black ring virus*................................................. 177
مرض الورقة المروحية في العنب ................................................... 180
أمراض فايروسات عائلة *Bromoviridae*............................................. 186
أمراض جنس *Cucumovirus*........................................................ 187
فايروس موزائيك الخيار ........................................................... 187
أمراض فايروسات جنس *Ilarvirus* ................................................. 193
مرض التبقع النخري على اللوزيات ................................................. 195
الفصل الثامن: الأمراض المتسببة عن فايروسات RNA مضاعفة الشريط.......... 199

الأمراض المتسببة عن فايروسات RNA الأحادية السالبة ........ 204
الأمراض المتسببة عن فايروسات *Rhabdoviridae* ........ 204
الأمراض المتسببة عن فايروسات *Bunyaviridae* ........ 206
جنس *tospovirus* ........ 206
الأمراض المتسببة عن *Tenuivirus* ........ 213
الفصل التاسع: أمراض فايروسات DNA مزدوجة الشريط ........ 221
فايروس مزائيك القرنبيط ........ 221
أمراض متسببة عن فايروسات جنس *Badnavirus* ........ 226
الفصل العاشر: الأمراض المتسببة عن فايروسات DNA أحادية الشريط ........ 231
مرض تخطيط الذرة ........ 233
مرض تجعد القمة في البنجر ........ 237
مرض موزائيك الكازافا الأفريقي ........ 243
مرض الموزائيك الذهبي في الفاصوليا ........ 248
تجعد اوراق الكوسة ........ 251
مرض تبرقش الطماطة ........ 254
مرض إصفرار وتجعد أوراق الطماطة ........ 258
فايروس تجعد أوراق الباميا ........ 261
الفصل الحادي عشر: الأمراض المتسببة عن فايروساتDNA احدية الشريط متناظرة الأبعاد ........ 265
مرض تعنقد قمة الموز ........ 265
الفصل الثاني عشر: الأمراض الفايرويدية ........ 269
مرض الدرنة المغزلية في البطاطا ........ 281
مرض تقشر الحمضيات ........ 285
فايرويد تقزم القمة في الطماطة ........ 288
فايرويد تقزم وإصفرار الطماطة ........ 290
مرض كادنك- كادنك على جوز الهند ........ 292
المراجع ........ 295

## الإهداء

إلى

فاطمة حسين موسى

محمد شريف محمد امين

عبد الستار محمد شريف

داود محمد شريف

# مقدمة

تعتبر الفايروسات من الكائنات الدقيقة التي لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني وهي غير خلوية تتألف من حامض نووي وبروتين غلاف يحيط به. الحامض النووي يكون بشكل DNA أو RNA، معظم الفايروسات التي تصيب الإنسان والحيوانات حامضها النووي يكون بشكل DNA أما التي تصيب النباتات فيكون بشكل RNA. الفايروسات وبهذا التركيب البسيط نسبة إلى أصغر الأحياء الخلوية فإنها تفتقد الأيض الذي يميز الأحياء الخلوية وبذلك فإنها تسلك سلوك المواد العضوية وهي خارج الخلايا الحية بينما تظهر جوهر الكائن الحي وهي داخل الخلايا العائلة حيث تتمكن من التكاثر والتغاير وحفظ النوع. حتى سنة 2005 بلغ عدد الفايروسات المشخصة حوالي 5000 نوعا، 25 % منها ممرضة للنبات. تصيب الفايروسات جميع الأحياء الخلوية بدءا من الأركيا مرورا بالبكتريا والفطريات والنباتات والحيوانات وحتى الإنسان. تعتبر الفايروسات من أكثر المكونات المعدية انتشارا في البيئة، وعلى الرغم من البساطة النسبية لتركيبها إلا أنها تلعب دورا غاية في الأهمية في تطور الأحياء الأخرى من خلال النقل الأفقي للجينات فيما بينها.

الكثير من الفايروسات الممرضة للنبات عالمية الانتشار وتسبب خسائر إقتصادية كبيرة وغالبا ما تكون محددة للزراعة. العديد من الفايروسات الممرضة للنبات خاضعة للحجر الزراعي لخطورتها.

تم تناول أحيائية الفايروسات الأساسية وتصنيفها وخصوصيات الإصابة الفايروسية وأعراضها وطرق تضاعفها وانتشارها وتشخيصها والتعامل معها. تم عرض الأمراض الفايروسية على أساس المجاميع التصنيفية للفايروسات حيث يتم التعريف بالفايروس واهمية المرض الذي تسببه والأعراض وتطور الإصابة وطرق السيطرة على

المرض. كما تم تناول عدد من الأمراض الفايرويدية حيث أن الفايرويدات تشبه الفايروسات إلا أنها أبسط تركيبا فهي تتألف من الحامض النووي فقط وتسبب عدد من أمراض النبات المهمة.

الكتاب موجه أساسا إلى طلبة الدراسات الأولية في كليات العلوم والزراعة والتربية ويمكن أن يكون منطلقا للبحث من قبل طلبة الدراسات العليا والباحثين كونه كتابا مرجعيا يستند إلى العديد من الأبحاث والتقارير العلمية المنشورة.

# الفصل الأول Chapter 1

# الأمراض الفايروسية والفايروسات

# Viral Plant Diseases and Viruses

اول مرض على النبات تم ملاحظته في هولندا وأكتشف فيما بعد انه فايروس كان في القرن السابع عشر. قام Lawrence باول تجربة توضح الطبيعة المعدية لمرض نباتي فايروسي على نبات الياسمين حيث تمت العدوى بواسطة التطعيم. سنة 1886 قام Adolf Mayer بوصف مرض على التبغ سماه Mosaikkranheit أي موزائيك التبغ. وهذا المرض يمكن ان ينتقل بواسطة عصارة النبات المريض. بعد ذلك بين Dmitrii Iwanowski سنة 1892 أن العامل المسبب لمرض موزائيك التبغ يمر من خلال المرشح البكتيري الذي يعيق مرور البكتريا. واوضح Martinus Beijerinck سنة 1898 أن العامل المسبب للمرض ليس كائنا حيا وإنما سائل حي معدي ( *contagium vivum fluidum*). وهو اول من استخدم مصطلح فايروس وتعني باللاتينية السم. علما أنه استنتج أن هذا ليس سما كونه يحتفظ بقدرة إحداث المرض والأعراض نفسها على الرغم من تخفيفه خلال عمليات النقل من نبات إلى نبات. فلو كان هذا سما لأدى ذلك إلى تخفيفه بدرجة لا تبقي له تأثيرا على النبات.

سنة 1898 أيضا وصف Loefler وFrosch اول عامل راشح معدي في الحيوانات وهو فايروس القدم والفم. وفي سنة 1900 وصف Walter Reed اول فايروس بشري وهو فايروس الحمى الصفراء.

سنة 1929 وفر F. O. Holmes طريقة لتقدير كمية الفايروس على اساس أن كمية الفايروس الموجودة في المستحضر النباتي للنبات المصاب بالفايروس تتناسب

مع عدد القروح الموضعية التي يحدثها دلك اوراق النبات العائل بالعصارة الملوثة بالفايروس.

قام W. M. Stanley سنة 1935 بعزل وتنقية بلورات دقيقة بيضاء من اوراق نبات التبغ المصاب بالموزائيك. عامل أوراق نبات تبغ سليمة بالفايروس الذي رسبه من عصير نباتات تبغ مصابة بمساعدة كبريتات الأمونيوم. أظهرت النباتات المعاملة اعراض المرض. وكون دقائق الفايروس النقية تحتوي نسبة عالية من البروتين، إستنتج ان الفايروس هو بروتين ذاتي التحفيز (Autocatalytic Protein) يتمكن من التضاعف داخل الخلايا الحية. ومع أن إستنتاجه هذا ثبت أنه غير صحيح فيما بعد إلا أنه منح جائزة نوبل في الكيمياء سنة 1946 تكريما لعمله هذا.

أثبت Bawden وPirie سنة 1937 للمرة الاولى أن الفايروس يتألف من بروتين وحامض نووي (RNA). وتم رؤية جسيمات الفايروس بالمجهر الإلكتروني للمرة الاولى سنة 1939 من قبل Kausche. وخلال اواسط الخمسينات إلى ستينات القرن العشرين قام العديد من الباحثين بكشف قدرة العدوى للحامض النووي RNA (RNA= Ribonucleic acid) لفايروس موزائيك التبغ وتركيب وترتيب الغلاف البروتيني للفايروس.

سنة 1971 إكتشف T. O. Diener الفايرويدات (Viroids) والتي تتالف من حامض نوي دون غلاف بروتيني وهي اصغر من الفايروسات يعرف منها حوالي 29 نوعا وتسبب امراضا في النبات وليس في الحيوان أو الإنسان ربما لأنها لم تكتشف بعد.

تم تحديد التتابع لكامل جينوم فايروس موزائيك القرنبيط وهو حلقة DNA (DNA = Deoxyribonucleic acid) مزدوج مؤلف من 8000 ز ق (القواعد النتروجينية هي الكوانين والأدنين والثيامين والسايتوسين) سنة 1980 وفي سنة 1982 تم تحديد تتابع جينوم فايروس موزائيك التبغ وهو بشكل RNA مفرد تبعه تحديد تتابعات الفايروسات الصغيرة والفايرويدات(Martin,2002).

قسم (Zaitlin & Palukaitis,2000) تطور الأبحاث العلمية في مجال

الفايروسات النباتية إلى ثلاثة مراحل: مرحلة الأبحاث الوصفية سنوات 1883 – 1951، عصر الأبحاث الجزيئية المبكر خلال سنوات 1952 – 1983 والفترة المعاصرة التي تبدأ من سنة 1983 حيث شهدت ابتكار تقنيات تحوير جينوم الفايروسات ونواتج الجينوم الفايروسي غير التركيبية والتحويل الورثي للنباتات باتجاه تحفيز اشكال جديدة من المقاومة. خلال هذه المرحلة تم فهم آليات الإخماد الجيني وإعادة الإرتباط الوراثي وعمل الروابط البلازمية للخلايا النباتية والمقاومة المكتسبة الجهازية وطرق تحسس الفايروسات.

## أهمية الفايروسات

## Impact of Viruses

الفايروسات كائنات معدية يمكن ان تصيب جميع انواع الكائنات الحية: الإنسان والحيوانات والحشرات والحيوانات الإبتدائية والنباتات والطحالب والفطريات والبكتريا بل وحتى الفايروسات نفسها. وهي بذلك تسلط تاثيراتها الوراثية وغيرها حيث ساهمت وتسهم في تشكيل بيولوجيا عموم الأحياء. تسبب الفايروسات بسبب طبيعتها التطفلية الأمراض الخطيرة على الإنسان مثل الجدري والإنفلونزا وإلتهاب الكبد والأيدز والسارس وبعض امراض السرطان وغيرها. وتسبب الأمراض على الحيوانات والنباتات محدثة خسائر مادية خطيرة. وتكمن خطورة الأمراض الفايروسية ليس في سرعة وسهولة انتشارها فحسب بل بعدم تاثرها بالمضادات الحيوية والعقارات التقليدية التي تؤثر بالمسببات المرضية الأخرى كالبكتريا والفطريات والحيوانات الإبتدائية كونها لا تمتلك أهداف تهاجمها هذه المواد بسبب فقدانها للأيض.

بالمقابل أسهمت الفايروسات في تطوير علوم الحياة خصوصا في مجالات الوراثة والبيولوجيا الجزيئية حيث تطلب البحث في معرفة الفايروسات اختراع واكتشاف وسائل أسهمت في تطور العلوم الأخرى منها المجهر الإلكتروني وتقنيات الهندسة الوراثية وغيرها(Levine,2001).

## الأهمية الإقتصادية للأمراض الفايروسية على النبات

## Economic Importance of Plant Viral Diseases

من أهم الأمراض الفايروسية ذات الانتشار العالمي أو القاري ولها أهمية إقتصادية موزائيك قصب السكر (Sugarcane Mosaic) على قصب السكر والذرة. وموزائيك الكازافا (Casava Mosaic) على الكازافا في افريقيا. ومرض التدهور السريع للحمضيات (Citrus Quick Decline) (ترستيزا Tristeza) في أفريقيا وامريكا والذي دمر عشرات ملايين الأشجار سنة 1997. ومرض إنتفاخ المجموع الخضري على الكاكاو (Swollen Shoot of Cacao) الذي يسبب خسائر خطيرة. ومرض جدري الخوخ (Plumpox) أو شاركا (Sharka) في اوربا على الخوخ والمشمش والإجاص. ومرض إصفرار وتقزم الشعير (Barley Yellow Dwarf) على محاصيل الحبوب وهو عالمي الانتشار. ومرض إصفرار وتقزم الطماطة (Tomato Yellow Dwarf) حيث ينتشر في حوض البحر المتوسط وجزر الكاريبي ويصيب الطماطة والبقوليات ومرض تبقع وذبول الطماطة (Tomato Spotted Wilt) وهو عالمي الانتشار على الطماطة والتبغ والفول السوداني ونباتات الزينة وغيرها. ويسبب فايروس ذبول وتبقع الطماطة (TSWV) لوحده خسائر سنوية تساوي 1 مليار دولار(Lazarowitz,2001) بينما تقدر الخسائر السنوية في المحاصيل الناتجة عن الإصابات الفاروسية على نطاق العالم بحوالي 60 مليار دولار امريكي.

## ما هو الفايروس ؟

الفايروسات كائنات صغيرة جدا (تحت مجهرية) تتألف من جسيمات معدية (الفايرون Virion) مكونة من غلاف بروتيني يحيط بلب من حامض نووي يحمل معلومات وراثية تشفر لاثنين أو أكثر من البروتينات.

خارج الخلايا الحية يتمثل الفايروس بغلاف بروتيني يسمى الكابسيد (Capsid) الذي يتالف بدوره من وحدات بروتينية تسمى وحدات الغلاف (Capsomeres) والتي تنتظم فيما بينها لتعطي شكل جسيمة الفايروس وهي الشكل المنظور تحت المجهر الألكتروني. بعض الفايروسات الحيوانية ونتيجة لتكونها داخل الخلايا تكتسب غطاءا

(Envelope) من أغشية السايتوبلازم أو النواة لخلايا العائل التي يخرج منها ويتكون من كاربوهيدرات وشحوم وبروتينات. سمك الغطاء بحدود 10 – 15 ن م (النانومتر = $1 \times 10^{-9}$ متر أو $1 \times 10^{-3}$ مكرومتر) ويمكن ان يظهر بروزات شوكية تسمى (Peplomeres) تستخدم من قبل بعض الفايروسات في الإتصال بخلية العائل وتساعد في تشخيص الفايروس. الفايروسات الخالية من الغطاء تسمى الفايروسات العارية.

الحامض النووي الموجود في قلب جسيمة الفايروس والذي يمثل الجسم الوراثي أو الجينوم للفايروس يكون اما بشكل DNA مزدوج أو RNA مفرد في أغلب الفايروسات أو DNA مفرد أو RNA مزدوج في بعض الفايروسات. الحامض النووي يكون خيطيا على شكل طيات أو حلزون وهو يتمثل بجزيئة واحدة في أغلب الحالات والجزيئة تكون حلقية في بعض فايروسات DNA وخطية مفتوحة في بعض أنواع فايروسات DNA وجميع فايروسات RNA.

وباختلاف واضح مع جميع الكائنات الحية، لا تتعامل الفايروسات مع الطاقة ولا مع العمليات الأيضية التي تنتجها ولا تمتلك الأيض اصلا الذي ينشا عن نشاط الإنزيمات والذي تفتقده الفايروسات مع أستثناءات بسيطة حيث تمتلك انواع من الفايروسات البكتيرية (Bacteriophages) بعض الإنزيمات. وهكذا فإن الفايروسات لا تمتلك الكثير من الصفات التي تميز الكائنات الحية لكنها تشاركها في صفة اساسية هي القدرة على البقاء وحفظ النوع من خلال التضاعف داخل الخلايا الحية العائلة لها. يبرز سؤال مهم ما إذا كانت الفايروسات كائنات حية ام لا. الجواب يعتمد اساسا على تعريف الكائنات الحية. فتعريف الكائنات الحية مختلف عليه هو أيضا حسب المصادر المختلفة.

التعريف الأكثر تحديدا هو ان الكائنات الحية مواد عضوية عالية التعقيد والتنظيم معزولة عن البيئة بحاجز أو حواجز غشائية تتخذ تركيبا خلويا تتمكن من تبادل المواد والطاقة معها وتحويلها وقادرة على النمو و/ أو التكاثر وحفظ النوع تحت ظروفها الملائمة والمتغيرة باستمرار. على اساس هذا التعريف، تشترك الفايروسات مع الكائنات الحية في كونها مواد عضوية عالية التعقيد والتنظيم (أكثر من أي مادة عضوية غير حية واقل من أبسط كائن حي) ومعزولة عن البيئة بغلاف، غير خلوية، تتمكن من

التكاثر وحفظ النوع ولكن في بيئة أكثر خصوصية واستقرارا هي الخلايا الحية. وبذلك فإن الفايروسات تقترب من الكائنات الحية المجبرة التطفل خلويا (مثل الكلاميديا والركتسيا والفايتوبلازما) التي لا تتمكن من النمو والتكاثر دون وجود عوائلها الحية لكنها تختلف عنها بافتقادها لأيضها الخاص وكونها غير خلوية.

وهكذا يمكن اعتبار الفايروسات كائنات حية غير خلوية. علما ان هناك اشكال تحت فايروسية تظهر القدرة على التضاعف والبقاء مثل الفايرويدات (Viroids) والتوابع الفايروسية ( Satellites Viruses) والبريونات (Prions).

هل أن الفايروس نشأ نتيجة تطور اختزالي أقصى لكائن حي بدائي النواة فقد خلاله المكونات الخلوية (الأيضية) وتحول إلى ما يشبه " النواة " داخل خلية كائن حي؟ أو ليس الخلية الحقيقية النواة ربما تكون قد تطورت نتيجة تعايش خلايا بدائية النواة مرت بتطور اختزالي لوحداتها المكونة وانتجت مايعرف بعضيات الخلية حسب النظريات الرائجة عن نشوء الخلايا الحقيقية النواة مثل نظرية التطور العكسي (Reverse-Evolution) أو التراجعي (Retrograde-Evolution) أو نظرية التعايش الداخلي المتسلسل (Serial Endocytosis) ( Schonewolf *et al.*, 2003; Moran, 2006)؟ أم أن الفايروس نشأ نتيجة تطور إيجابي (بنائي أو تعقيدي) للمادة العضوية باتجاه المادة الحياتية (بروتينات وحوامض نووية) ؟

ثمة من يعتقد ان نشوء الفايروسات قد لا يفسر بآلية واحدة. فاحد الإحتمالات يفسر نشوء الفايروسات الصغيرة ذات الجينات القليلة بإنفصال اجزاء صغيرة من جينوم كائن حي مثلما البلازميدات والترانسبوسونات والتي تمتلك القدرة على البقاء في الخلية والاندماج أو الانفصال عن الجينوم. وإن فايروسات جديدة تظهر "من جديد *de nova*" باستمرار وليس من الضرورة أن يكون لجميع الفايروسات " أجداد "(Keese & Gibbs, 1993).

أما الفايروسات الكبيرة الجينوم فينطبق عليها التطور العكسي المشار اليه أعلاه.. وإذا كان الاختزال المجازي الأقصى للكائنات الحية بأنها عبارة عن DNA وATP فإن الفايروس هو DNA أو RNA بدون ATP.

## الأشكال التحت فايروسية المعدية
## Infectious Subviral Intities
### الأحماض النووية التابعة
### Satellite Nucleic Acids

تتصاحب مع بعض الفايروسات أحماض نووية غير ضرورية لها كونها لا تشكل جزءا من الجينوم الفايروسي. كما أن هذه الأحماض النووية التابعة لا تشابه (او ربما قليلا) جينوم الفايروس. لكنها تعتمد على الجينوم الفايروسي في تضاعفها كما أنها تغلف من قبل الفايروس. إن هذه الأحماض النووية التابعة تتصاحب أساسا مع الفايروسات النباتية وتكون من نوع RNA أحادي الشريط (ssRNA) وهي خطية أو دائرية. ووجد مؤخرا تابع من نوع DNA أحادي الشريط (ssDNA) دائري مع Gimnivirus نباتي (Rybicki,2006).

### الفايروسات التابعة
### Virus Satellites

الفايروسات التابعة (satRNAs) هي ssRNA تحت فايروسية لا تمتلك المعلومات الوراثية الكافية من أجل تضاعفها أو تغليفها وتعتمد على الإصابة المزدوجة مع فايروس مساعد للعائل نفسه. تم ملاحظة وجود الفايروسات التابعة ضمن الفايروسات النباتية اولا. توجد فايروسات تكون معتمدة في تضاعفها وإصابتها على فايروسات مساعدة (Helper Viruses) وعادة تكون أصغر. الفايروس المساعد لا يحتاج إلى الفايروس التابع لكن هذه تؤدي إلى تخفيض تضاعف الفايروس المساعد وتقلل من قدرته على الإصابة وبذلك فهي تعمل " كطفيلي "على الفايروس المساعد. توجد الفايروسات التابعة من نوع RNA داخل فايرونات الفايروسات المتعددة الجينوم(Agrios,1997). يوجد القليل أو لا يوجد تشابه في تتابعات الفايروسات المساعدة والفايروسات التابعة. عموما تقوم الفايروسات المساعدة بتكوين غلافها البروتيني.

يمكن أن يوجد اكثر من فايروس مساعد مختلف ولكن متقارب للفيروس التابع. وتختلف خصوصية الفايروسات المساعدة في دعم الفايروس التابع بإختلاف نوع الفايروس المساعد ونوع النبات العائل(Rasochova′ *et al.*,1997).

من امثلة هذه الفايروسات التابعة فايروس (sTNV) *tobacco necrosis virus satellite* الذي يتمثل بجسيمات قطرها 18 ن م ويمتلك mRNA (ssRNA) أحادية السيسترون تشفر لبروتين غلاف 22 ك د (كيلو دالتون = 1000 دالتون. الدالتون = كتلة ذرة الهيدروجين) بينما تعتمد في تضاعفها على فايروس *tobacco necrosis virus* (TNV) الذي قطره 30 ن م. كذلك عامل دلتا لإلتهاب الكبد الذي يمتلك جينوم ssRNA دائري. والفايروسات المصاحبة لفايروسات adenoviruses أي adeno-associated viruses (AAVs) التي تعتمد لغرض التضاعف على فايروسات dsDNA adenoviruses (Huss,2002 ; Rybicki,2006).

## الفايروسويدات

## Virusoids

الفايروسويدات هي جينومات RNA مفردة الشريط، دائرية تتألف الواحدة منها من 220 إلى 338 نت ولها نشاط رايبوزايمي. جينوم الفايروسويد لا يشفر لأي من البروتينات بل يعمل من أجل تضاعفه فقط. المكتشف منها 5 أنواع ممرضة في النبات لكنها لم تكتشف في الأحياء الأخرى. يتضاعف الفايروسويد في السايتوبلازم باستخدام RNA-dependent RNA polymerase هذا النشاط الإنزيمي يشيع في النباتات دون الحيوانات. ولغرض التضاعف تعتمد الفايروسويدات على فايروس مساعد حيث تحتضنه بداخلها وتنقله كتابع بشكل حامض نووي منفصل وليس جزءا من جينوم الفايروس. جميع الفايروسات المساعدة من عائلة Sobemovirus، كمثال ترافق الفايروس المساعد *subterranean clover mottle virus* وفايروس *velvet tobacco mosaic virus* مع الفايروسويدات. إن تضاعف الفايروس المساعد لا يعتمد على وجود الفايروسويد. تعتبر الفايروسويدات من المجموعة الأكبر: الفايروسات التابعة(Wickner,2006).

## الفايرويدات

## Viroids

الفايرويدات جزيئات ssRNA دائرية صغيرة لا تمتلك غلاف بروتيني وتسبب عدد من امراض النبات المهمة. الفايرويدات لا تمتلك غلاف كما هو الحال مع الفايروسات كما أن جينومها صغير جدا مقارنة بالفايروسات حيث يتراوح بين 250 إلى 370 نت (نيكليوتيد) مقارنة بجينوم الفايروسات الذي يتراوح بين 4000 إلى 000 20 نت. ومع انها تتالف من شريط RNA مفرد إلا انه يحتوي على شريط مزدوج في بعض النقاط يظهر بشكل عقد ربما تقوي الحامض النووي الخالي من الغلاف. وبسبب بساطة حامضها النووي فإنها لا تتمكن من تشفير البروتينات حتى ولا إنزيم RNA polymerase المطلوب للتضاعف(Tabler & Tsagris, 2004). وحيث أن RNA الفايرويد لا يشفر لبروتينات فإنها يجب أن تعتمد على إنزيمات الخلية العائلة.

## البريونات

## Prions

وهي جسيمات بروتينية معدية تقاوم عمليات تثبيط الحامض النووي. وهي في الواقع اصغر عامل معدي مكتشف حتى الآن. يعود إكتشاف الدور الإمراضي للبروتينات إلى ستينات القرن العشرين وتم عزل وتنقية هذه البروتينات المسببة للأمراض سنة 1982. البريون (Prion) في اللبائن يتالف من بروتين صغير حوالي 000 55 دالتون يشفر له من قبل جينات كروموسومية للعائل ويسمى TSEs وهو ناتج عن البروتين PrP وتعني البروتين المقاوم للإنزيم Protease. توجد هذه البروتينات طبيعيا في أغشية اللبائن وتسمى $PrP^C$ حيث يرمز الحرف c إلى انه شائع أو إعتيادي أما البروتين المرضي فيرمز له $PrP^{Sc}$ حيث يشير الحرفان Sc إلى مرض الراعوش (Scrapie). هذه البروتينات تصيب الحيوانات والإنسان لكنها لا تصيب النباتات أو لم تكتشف إصابتها للنبات لحد الآن. وتوجد بروتينات PrP في الفطريات وبعض الحيوانات من غير اللبائن. وربما تكون لهذه البروتينات الطبيعية وظيفة لها علاقة

بالذاكرة أو دورا في تطور الأحياء. من الأمراض التي تسببها على الحيوانات الراعوش (Scrapie) علـى الخـراف ومـرض المـخ المعـدي (Transmissible Mink Encephalopathy) علـى المنـك ومـرض Chronic Wasting Disease علـى الأيـل والضباء ومرض جنون البقر (Bovine Spongiform Encephalopathy) على الأبقار ويمكن أن ينتقل إلى الإنسان. اما على الإنسان فيسبب امراض (CJD) Creutzfeld-Jacob Disease و (GSS) Gerstmann-Straussler-Scheinker Syndrome وKuru و Alpers Syndrome (Agrios,1997; Heaphy,1998; Wikipedia,2007a).

## شكل وحجم الفايروس

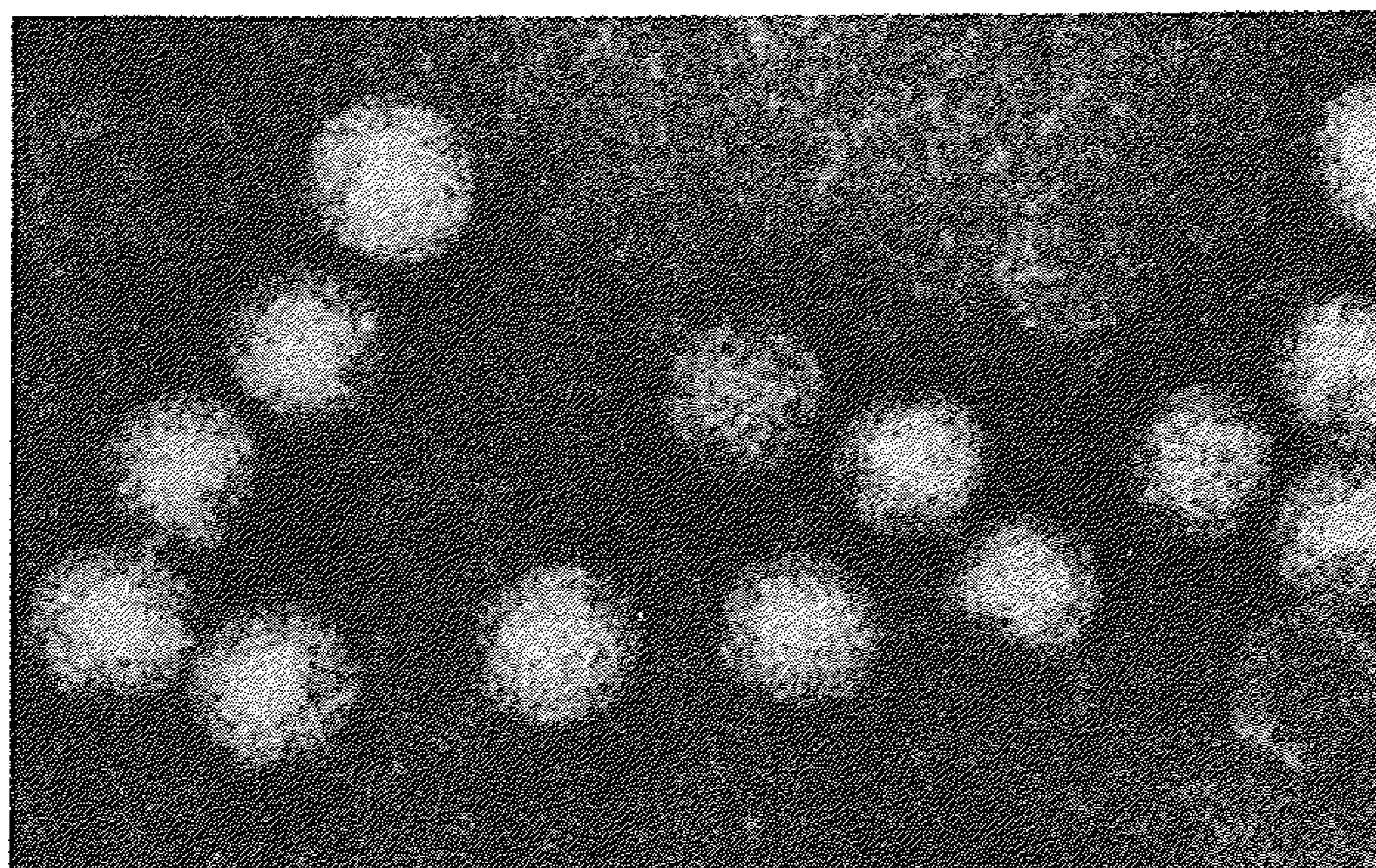
## Shape and Size of Viruses

تتألف جسيمة الفايروس أو الفايرون من حامض نووي وبروتين على الأقل. وحدات بروتين الغلاف التي تتالف من نوع واحد من البروتينات تترتب بشكل حلزوني حول الحامض النووي في الفايروسات المتطاولة أو الخيطية أو ترتصف جنبا إلى جنب في الأشكال المتناظرة أو الكروية.

يتخذ جسيم الفايروس اشكال مختلفة حوالي نصف الأنواع تكون أشكالها متطاولة أو خيطية والنصف الآخر كروية. الأشكال المتطاولة تكون عصوية قصيرة (Bacilliform) أو قضيبية صلبة (Rods) أو إسطوانية متعددة السطوح (Polyhedron) والشكل الحلزوني وشكل الإطلاقة النارية والشكل الخيطي. أما الأشكال التي لا تظهر تناظرا فتسمى معقدة. وتظهر وحدات الغلاف ترتيبات معينة كان تترتب حلزونيا كما في فايروس موزائيك التبغ أو تتخذ شكل الأسطح المثلثة.

من اشكال الفايروسات الأكثر شيوعا بين الفايروسات النباتية:

الشكل المتناظر (Isometric): ويكون ظاهريا بشكل كروي قطره يعتمد على النوع ويتراوح بين 17 ن م في التابع الفايروسي *Tobacco necrosis satellitevirus* إلى 60 ن م في *Wound tumor virus* بينما يكون وهو مغلف بغشاء بقطر 100 ن م في *Tomato spotted wilt virus* (شكل 1.1).

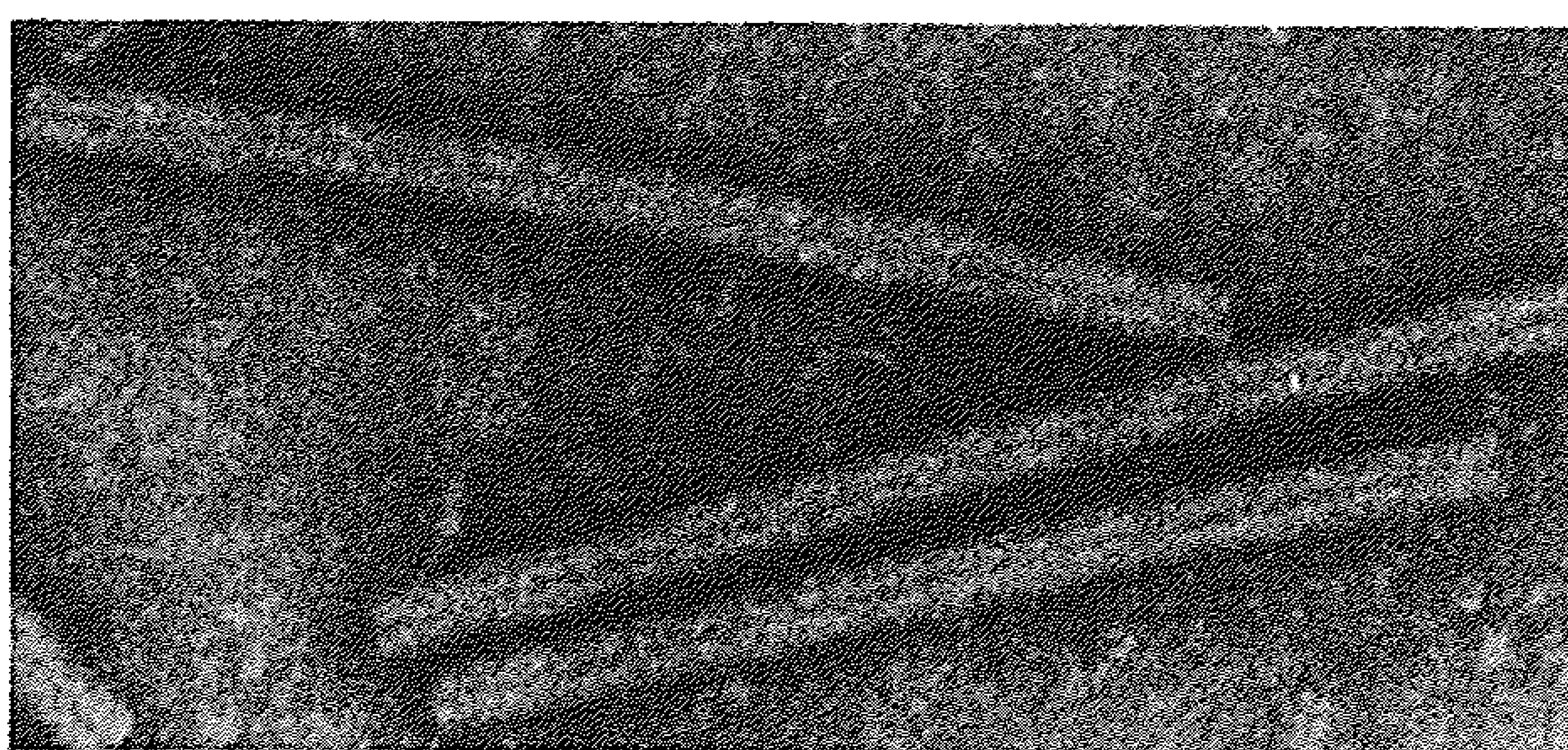


شكل 1.1: فايروس موزائيك ونخر التبغ *Tobacco necrosis virus* التابع لجنس *Necrovirus* قطر 26 ن م

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

## الشكل القضيبي (Rod-Shaped)

جسيمة الفايروس تكون بشكل قضبان صلبة طولها حوالي 100 إلى 300 ن م وقطرها 20 إلى 25 ن م وتكون ذات مركز شفاف (إعتمادا على طريقة الصبغ المستخدمة). بعض الفايروسات تظهر طولين مختلفين أو أكثر تحتوي على أجزاء مختلفة من الجينوم. من أمثلتها فايروس موزائيك التبغ (TMV) الذي يبلغ طوله 300 ن م (شكل **1.2**).

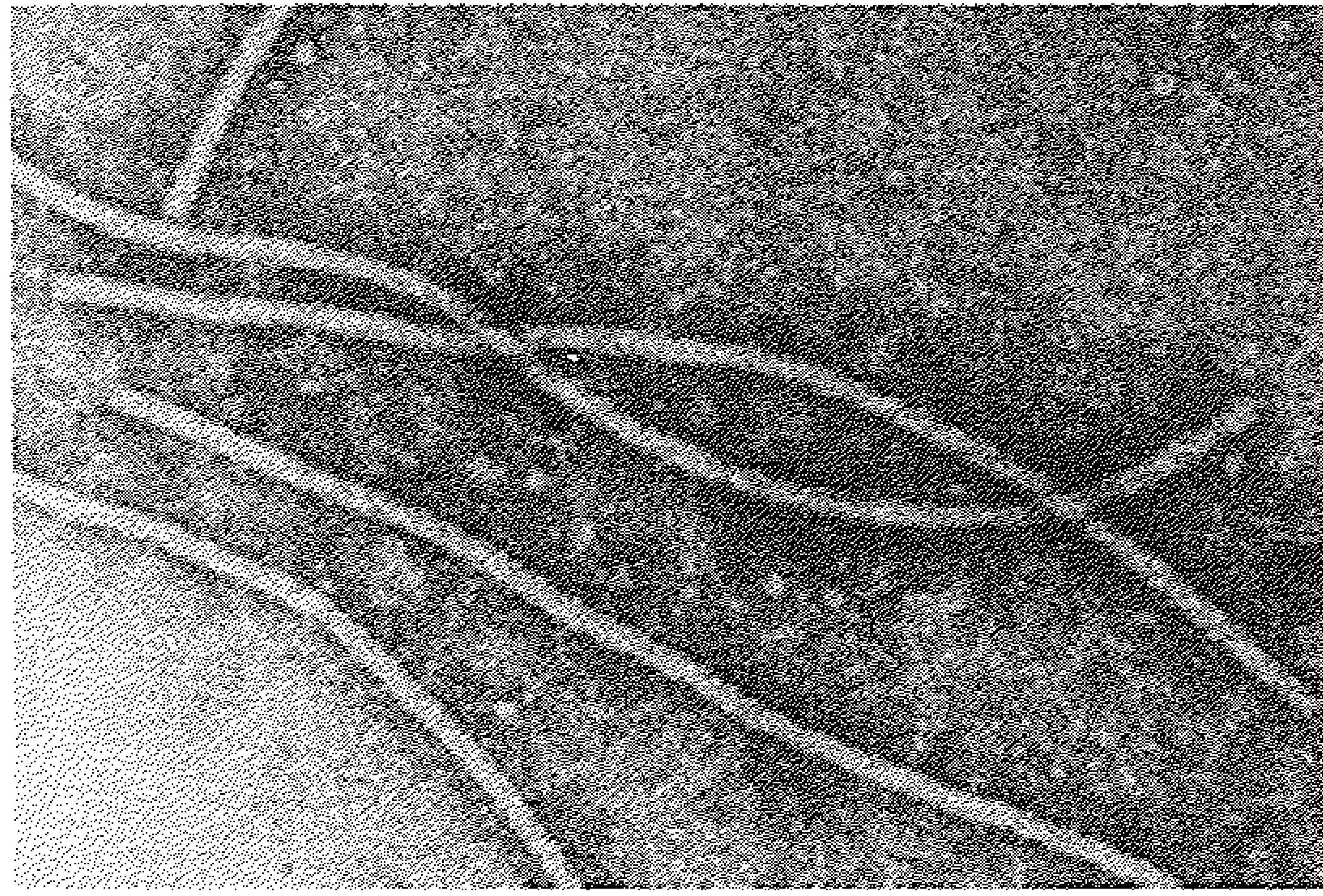


شكل 1.2: جسيمات فايروس موزائيك التبغ

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

### الشكل الخيطي (Filamentous)

ويتمثل بجسيم طولي مرن اكثر من الشكل العصوي قطره 12 ن م وطوله يصل إلى 100 ن م أو اطول ليبلغ 450 إلى 2000 ن م . بعض الفايروسات تظهر طولين مختلفين أو اكثر حيث تحتوي في هذه الحالة على مكونات جينوم مختلفة. كمثال فايروس البطاطا X حيث يبلغ طوله 740 ن م (شكل 1.3).



شكل 1.3: فايروس البطاطا X

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

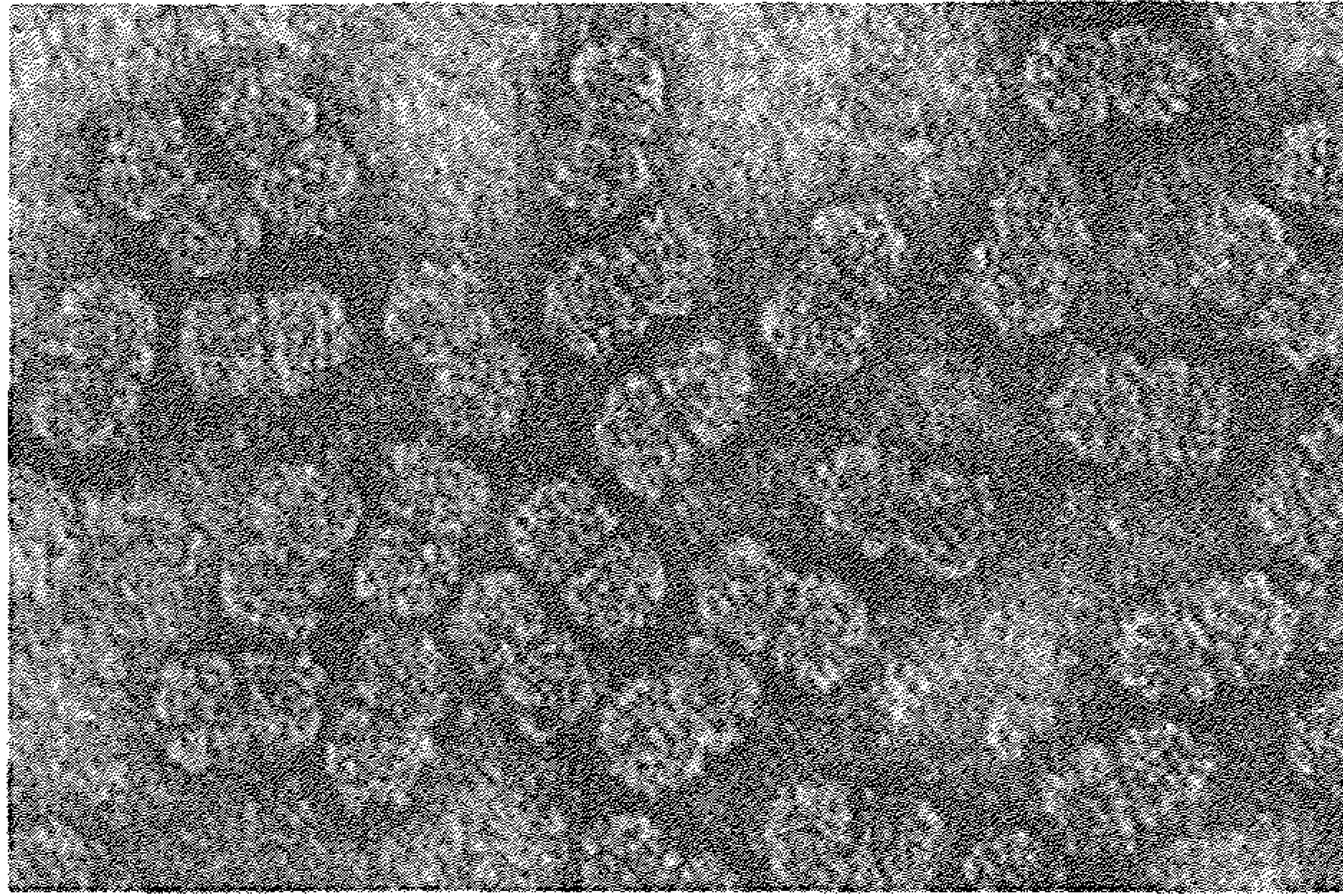
### الشكل التوأمي (Geminate)

يتالف الفايروس من جسيمات متناظرة مزدوجة طولها 30 وعرضها 18 ن م. ينتشر هذا الشكل ضمن فايروسات عائلة *Geminiviridae* التي تصيب المحاصيل خصوصا الإستوائية. كمثال فايروس تخطيط الذرة *Maize streak virus* التابع لجنس *Mastrevirus* (شكل 1.4).

### الشكل العصوي (Bacilliform)

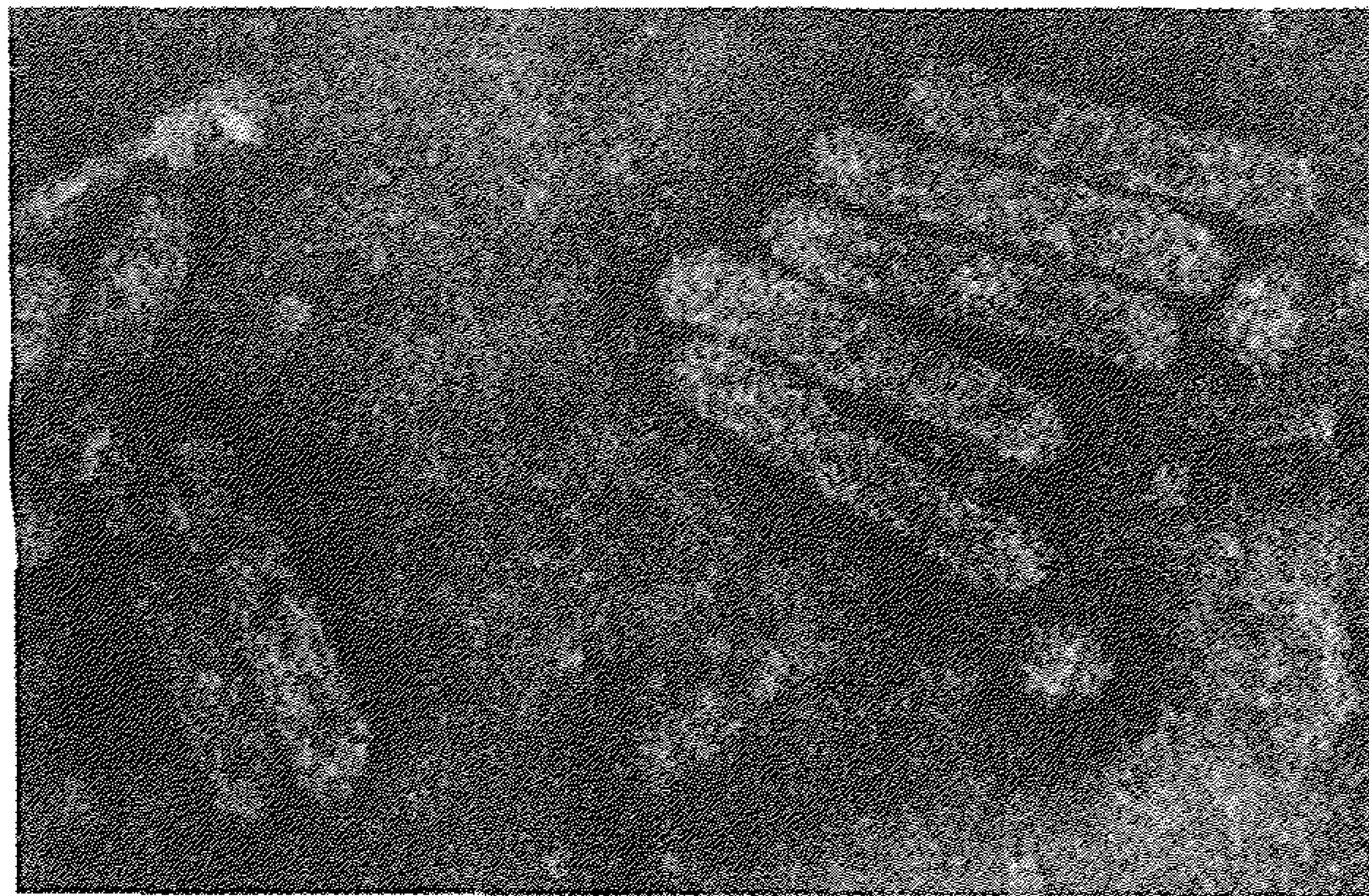
ويكون بشكل عصيات قصيرة مدورة النهايتين. ويكون مختلف الطول عموما

يصل إلى 300 ن م و القطر 30 ن م. كمثال *Rabdoviruses* تتراح بالقطر بين 52 إلى 75 وطول 300 إلى 380 ن م وفايروس إنتفاخ المجموع الخضري للكاكاو *Cocoa swollen shoot virus* التابع للجنس *Badnavirus* حيث يكون قطره 28 وطوله 130 ن م (شكل 1.5).



شكل 1.4: فايروس تخطيط الذرة *Maize streak virus*

عن: (Adams & Antoniw, 2007)



شكل 1.5: فايروس إنتفاخ المجموع الخضري للكاكاو *Cocoa swollen shoot virus*

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

في العديد من الفايروسات النباتية يكون الجينوم مجزءا إلى أكثر من وحدة واحدة وكل جزء يكون مغلفا ببروتين الغلاف نفسه في هذه الحالة يسمى الفايروس متعدد المكونات (Multipartite). وهكذا فإن جينوم فايروس *Tobacco rattle virus* مكون من جزئين عصويين الأطول بقطر 25 وطول 195 ن م والأقصر بنفس القطر وطول 43 ن م. كما أن العديد من الفايروسات المتناظرة تحتوي على جينومات مختلفة لكن قطرها يكون متماثلا. في هذه الحالات يتوجب تواجد جميع مكونات الجينوم (في الجسيمات المختلفة) ضمن الخلية المصابة من اجل القدرة على تحقيق الإصابة.

## البروتين الفايروسي (Viral Protein)

البروتين الفايروسي يشكل غلاف جسيمة الفايروس الذي يحمي الحامض النووي ويساعد على نقله بواسطة عوامل النقل الحيوية ومع أنه بذاته ليس له قدرة إحداث الإصابة فهذه مهمة الحامض النووي لكنه يشجعها.

البروتين الفايروسي كما هي البروتينات الأخرى يتألف أساسا من أحماض أمينية مرتبطة باواصر ببتيدية. إن نوع الأحماض الأمينية وتتابعها الذي تحدده أصلا تتابعات القواعد النتروجينية في الجينوم هو الذي يحدد صفات البروتين. في حالة الفايروسات تتحدد طبيعة البروتينات الفايروسية بواسطة تتابعات القواعد النتروجينية في جينوم الفايروس. إن محتوى وتتابعات الأحماض الأمينية لوحدات البروتينات المتماثلة تكون ثابتة بالنسبة للفايروس نفسه لكنها تختلف في الفايروسات الأخرى أو في السلالات المختلفة من الفايروس نفسه. إن تركيب هذه البروتينات معروف في العديد من الفايروسات فهو يتالف في فايروس TMV من 158 حامض أميني بكتلة 17.6 ك د.

## مواصفات الجينوم الفايروسي
## Virus Genom Properties

**تتضمن مواصفات الجينوم الفايروسي:**

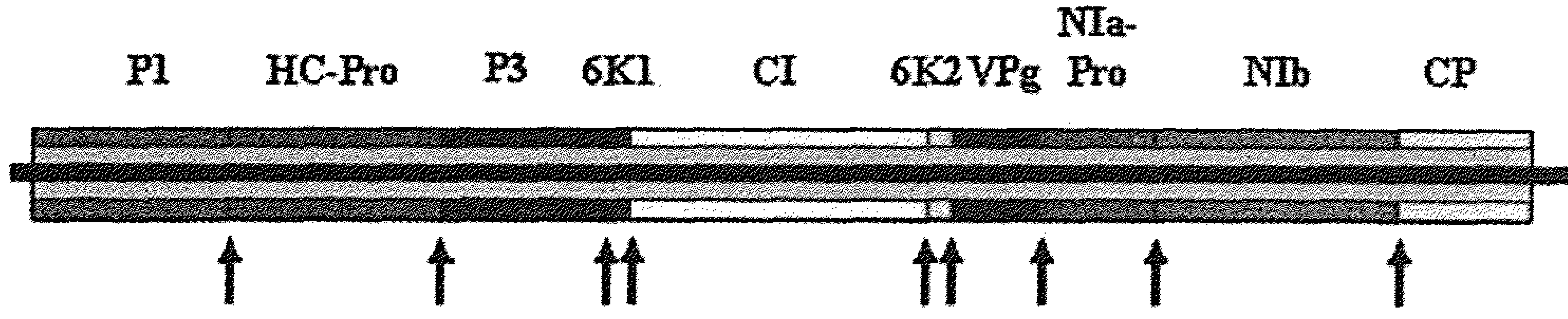
1. طبيعة الجينوم: ما إذا كان دائريا (Circular) كما هو الحال في معظم فايروسات

DNA النباتية أو خطيا (Linear).

2. عدد مكونات الجينوم: يختلف عدد مكونات الجينوم بين الواحد كما في أجناس *Potyvirus* و *Tobamovirus* *إلى* 11 وحدة كما في بعض أنواع جنس *Nanovirus*. أما حجم المكون الواحد فيتراوح بين 1 ك ق (كيلو قاعدة = 1000 قاعدة نتروجينية أو نت) كما في مكونات فايروسات جنس *Nanovirus* إلى حوالي 20 ك ق في الجنس *Closterovirus*.
3. عدد الجينات: عدد الجينات في الجينوم الفايروسي يختلف كثيرا. معظم الفايروسات النباتية تمتلك 3 جينات واحد منها أو اكثر مختص بحركة الفايروس من خلية إلى خلية حيث يشفر لبروتين أو بروتينات الحركة (Movment Protein) ويرمز لها (MP) وواحد أو اكثر مختص بتشفير البروتين البنائي الذي يدخل في تركيب جسيمة الفايروس الذي يسمى بروتين الغلاف أو الكابسيد (Capsid) ويرمز له (CP). كما يمكن أن توجد جينات إضافية لها وظيفة تنظيمية أو مطلوبة في عملية انتقال الفايروس مابين النباتات أو العلاقة بالعامل الحيوي الناقل (Vector).
4. ستراتيجية الترجمة: ثمة ستراتيجيات مختلفة تتبعها الفايروسات المختلفة في ترجمة الجينات من مكونات الجينوم أما مباشرة أو من خلال جزيئات mRNA وفي بعض الأحيان للسماح بتكوين كميات مختلفة من البروتين من الجينات المختفة. من هذه الستراتيجيات :

ستراتيجية الجنس *Potyvirus*: وهو من الأجناس الكبيرة يحتوي على مكون جينومي واحد هو ssRNA يشفر لبروتين متعدد كبير واحد 350 ك د. هذا البروتين يجزأ بواسطة 3 إنزيمات Proteases (كلها تشفر من قبل الفايروس نفسه) إلى 10 بروتينات ناضجة مختلفة. البروتينين في طرف C (C-terminus) من البروتين المتعدد يكونان إنزيم RNA بوليميريز معتمد على RNA ( RNA-dependent RNA polymerase) أو (RdRp) الذي يستخدم في مضاعفة الفايروس وبروتين الغلاف المفرد (CP). وللعديد من البروتينات وظائف مختلفة.

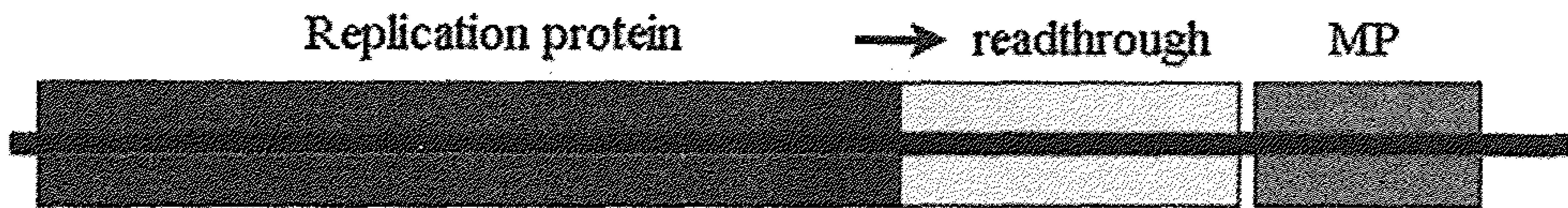
في الشكل 1.6 توضيح تنظيم الجينوم بعشرة بروتينات ناضجة ومواقع القطع التسعة الموضحة بالسهام.

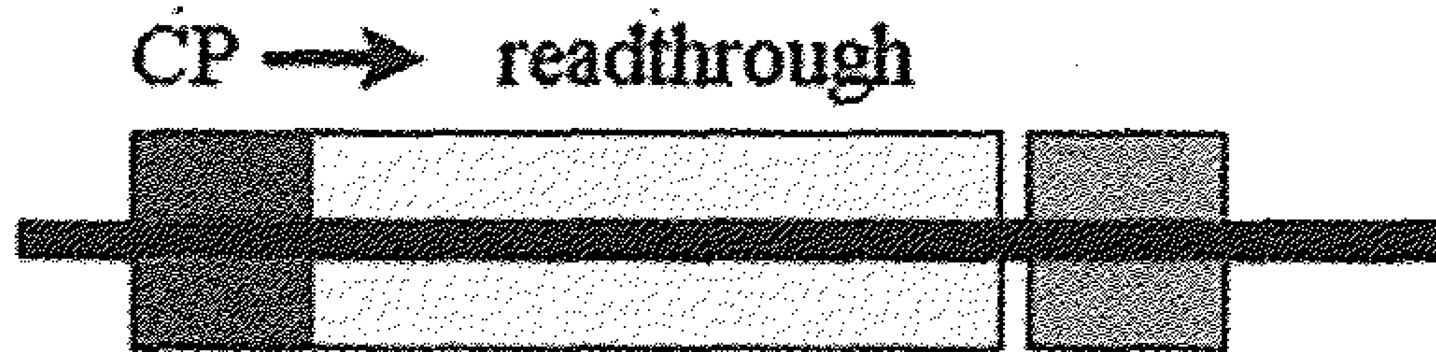



شكل 1.6: مخطط RNA حجم 10 ك ق

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

ستراتيجية جنس *Furovirus*: في هذا الجنس ثمة مكونين من ssRNA. الجين من نهاية 5-' القريبة لكل جزيئة RNA يترجم مباشرة من RNA الجينوم: على RNA1 (مكون الـ RNA الأكبر) هذا الجين يشفر لبروتين تضاعف وعلى RNA2 يكون بروتين الغلاف.




شكل1.7: مخطط يوضح ستراتيجية فايروسات *Furovirus*

عن: (Adams & Antoniw, 2007)

إن شفرات "توقف" لكلا الجينين تكون سائبة حيث تستمر الترجمة في نسبة قليلة من الحالات لتكوين بروتين اكبر "قراءة مفتوحة "read through". على RNA1

يمتد بروتين التضاعف ليشمل إنزيم (RdRp) بينما منطقة القراءة المفتوحة لبروتين الغلاف ربما تكون مطلوبة لتجميع الجسيمات والنقل بواسطة الناقل الحيوي الفطري. ثمة جين النهاية القريبة (3'-proximal) على كل جزيئة RNAs حيث تترجم من جزيئات RNA قصيرة من النهاية 3-' لـ RNA الجينوم (جزيئات RNA مرسال " تحت جينومية subgenomic" mRNAs "). البروتينات من RNA1 (بروتينات الحركة MP) تكون مسؤولة عن حركة الفايروس من خلية إلى خلية عبر الروابط البلازمية بينما وظيفة نواتج RNA2 ليست محددة لكنها يمكن ان تضمن تثبيط التفاعلات الدفاعية للعائل. إن تنظيم هذا النوع من الجينوم معروض في الشكل 1.7.

ستراتيجية جنس *Fijivirus:* في هذا الجنس ثمة 10 مكونات للجينوم من نوع dsRNA. معظم المكونات تشفر لبروتين تركيبي واحد ومنها ثلاثة على الأقل تكون بروتينات تركيبية تجمع في معقد الفريون.

5. قرابة الجينوم: إن درجة تشابه تتابع النيوكليوتيدات ( أو تتابع الأحماض الأمينية في البروتينات) غالبا ما تستخدم لكشف العلاقة بين العزلات الفايروسية المختلفة. وعلى سبيل المثال فإن مقارنة التتابعات بين أنواع الجنس *Carlavirus* تبين انها متشابهة بنسبة تقل عن 73 % (الأحماض الأمينية 80 %) في بروتينات الغلاف.

## الصفات المستضدية (Serological Properties)

العديد من الفايروسات تمثل مستضدات جيدة حيث انها تحث بقوة على إنتاج الأجسام المضادة عندما تنقى وتحقن في حيوانات اللبائن. استخدمت هذه الطريقة على نطاق واسع في الحصول على الأجسام المضادة الخصوصية والتي يمكن استخدامها في الكشف عن علاقة القربى بين الفايروسات في تقنية كشف الإرتباط المناعي للإنزيمات (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay ( ELISA).

## الصفات البيولوجية (Biological Properties)

المدى العوائلي: في بعض العوائل الفايروسية يمكن الإستفادة من نوع العائل

في تصنيفها. في عائلة *Reoviridae* توجد 3 اجناس تضم فايروسات ممرضة للنبات *Fijivirus* و*Oryzavirus* و*Phytoreovirus* وجنس واحد يضم فايروسات فطرية هو *Mycoreovirus* وآخر يصيب الأسماك وبعض المفصليات هو *Aquareovirus* وأثنين من الأجناس تصيب الحشرات فقط هما *Cypovirus* و*Entomoreovirus* و5 اجناس تصيب الفقاريات واحيانا تصيب الحشرات.

## طريقة الانتشار

## Mode of Dissemination

وهي الوسيلة التي تنتشر بها الفايروسات من الأحياء المصابة إلى السليمة وتسهم في انتشارها وبقائها.

يمكن ان تنتقل الفايروسات بطرق عدة سنأتي على ذكرها. ثمة عدد من الأحياء أهمها الحشرات كذلك الحلم والنيماتودا وبعض انواع الفطريات الواطئة وبعض النباتات الطفيلية تقوم بنقل الفايروسات ونشرها. هناك أنواع من الفايروسات تنتشر بواسطة عدد من انواع النواقل الحيوية واخرى تقتصر على نوعين أو حتى على نوع واحد. الناقل الحيوي قد ينقل الفايروس بطريقة سلبية أو فعالة وهكذا لا تخلو المسالة من حالات تكيف لأنواع من الفايروسات على الانتشار بواسطة عامل نقل حيوي دون غيره. هذه الحالة تستغل كصفة مساعدة في تصنيف الفايروسات. وهكذا تنتشر فايروسات عائلة *Potyviridae* بوسائل مختلفة. فأتباع جنس *Potyvirus* تنتشر بواسطة حشرات المن بينما أنواع الجنس *Rymovirus* تنتشر بواسطة الحلم من جنس *Abacarus* وأنواع الجنس *Tritimovirus* تنتشر بواسطة الحلم من جنس *Aceria*. أنواع الجنس *Ipomovirus* تنتشر بواسطة حشرة الذبابة البيضاء واتباع جنس *Bymovirus* بواسطة فطريات *Plasmodiophorales* (Adams & Antoniw, 2007).

# الفصل الثاني Chapter 2

## تصنيف الفايروسات

## Classification of Viruses

كغيره من مجالات التصنيف مر تصنيف الفايروسات بمراحل مختلفة حيث إختلفت مقاييس التصنيف. فقد قسمت الفايروسات على اساس الاحياء العائلة أو الأنسجة التي تهاجمها أو الأعراض التي تحدثها. إن هذه المقاييس كلها غير كافية لأن تتخذ كاساس لأنها لا تعتمد على مواصفات وفاعلية الفايروسات ذاتها بل على ردود افعال الأحياء أو الأنسجة التي تصيبها. ويمكن ان تستخدم كمؤشرات ثانوية لقواعد تصنيف تعتمد على مواصفات الفايروسات.

أحد أنظمة التقسيم الأكثر قبولا يتضمن استخدام الأسم الثنائي اللاتيني كما هو حاصل مع الأحياء الأخرى ويعتمد على مواصفات الفايروسات كما هي معرفة من قبل Lwoff وTournier سنة 1962. هذه الصفات تشمل:

**1 . تنظيم الغلاف(Capsid Organization)**

أ- الشكل والحجم العام لجسيمة الفايروس وهذه تشاهد بواسطة المجهر الإلكتروني.

ب-عدد وحدات الغلاف (Capsomeres).

ج- وجود أو غياب الغشاء (Envelope) وعليه ستكون مغلفة أو عارية.

د- التناظر العام للغلاف النووي (Nucleocapsid).

2 . **كيمياء الحامض النووي**

أ- نوع الحامض النووي DNA أو RNA.

ب-عدد سلاسل (Strands) الحامض النووي سواء كانت احادية ( Sngle Stranded) ويرمز لها ss أو ثنائية (Double Stranded) ويرمز لها ds.

ج- الوزن الجزيئي للحامض النووي

د- الطريقة التي تترجم بها المعلومات الوراثية إلى بروتينات.

هـ- وجود إنزيم Transcriptase الذي يشترك في تكوين الأحماض النووية.

3. الإستجابة للمؤثرات الفيزيائية والكيميائية.
4. خواص المكونات الكيميائية مثل الكاربوهيدرات والشحوم والبروتينات التركيبية وغير التركيبية.
5. الصفات المستضدية.
6. الصفات البيولوجية وتشمل ستراتيجية التضاعف والمدى العوائلي وطريقة الانتشار والإمراضية.

كما تستخدم صفات الموقع في الخلية العائلة عند تكوّن جسيمات الفايروس الجديدة وطريقة تكوّن مكونات الفايروس كصفات تساعد في التقسيمات الإضافية( Condit,2001; Wistreich & Lechtman 1984).

إن تصنيف الفايروسات لا يماثل تصنيف الأحياء الأخرى فهو لا يخضع إلى قواعد تعتمد على صفات ثابتة ذات اولويات تطبق على جميع الفايروسات بل على مجموعة مواصفات تظهرها مجموعة من الفايروسات تختلف عن صفات مجموعة اخرى. وتماشيا مع الاتجاه العام لتصنيف الأحياء على اساس النمو التطوري فان مقارنة تتابعات الجينوم الفايروسي بدات تاخذ مكانها في تصنيف الفايروسات.

حتى سنة 2000 كانت مملكة الفايروسات (Kingdom Viruses) مقسمة إلى 3 رتب و69 عائلة و9 تحت عائلة و243 جنسا و1550 نوعا و2404 نوعا غير مؤكد. وحسب التقرير السابع للجنة العالمية لتصنيف الفايروسات ( International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) فإن عدد الفايروسات المشخصة

هو 3618 منها حوالي 25 % تصيب النباتات(Condit,2001) بينما وصل العدد في سنة 2005 إلى 5000 نوعا(Breitbart & Rohwer,2005). في الولايات المتحدة عدد الفايروسات المرضة للنبات الأكثر إنشارا يبلغ 241 نوعا( University of Georgia,2010).

من المراجع المهمة في تصنيف الفايروسات: ( Agriose ,1997 ; Van Regenmortel *et al.*,1999 ; Shaw,1996).

التقسيمات العليا للفايروسات تميز 6 مجاميع رئيسة على اساس طبيعة الجينوم: الفايروسات مزدوجة الـ DNA (double stranded DNA (dsDNA) والفايروسات مفردة الـ DNA (single stranded DNA(ssDNA) والفايروسات عكسية النسخ (Reverse-transcribing viruses (RT) والفايروسات المزدوجة الـ RNA (Double-stranded RNA (dsRNA) والفايروسات المفردة الـ RNA السلبية ( Negative sense single-stranded RNA (ssRNA-) والفايروسات المفردة الـ RNA الإيجابية (Positive sense single-stranded RNA (ssRNA+).

**الفايروسات مزدوجة الـ DNA (double stranded DNA (dsDNA)**

تضم الفايروسات التي تتضاعف بدون وساطة جزيئات RNA وتشمل الفايروسات ذات الجينوم الأكبر الذي يصل إلى 000 400 ز ق وتكون بشكل مكون واحد خطي أو دائري مثل فايروسات الحصبة والجدري. حسب (Agrios,1997) يوجد 30 نوعا من الفايروسات النباتية ضمن هذه المجموعة.

**الفايروسات مفردة الـ DNA (single stranded DNA(ssDNA)**

تضم 50 نوعا تعود إلى عائلتين من الفايروسات النباتية لها جينوم دائري صغير غالبا ما يكون مؤلفا من قطعتين أو أكثر.

**الفايروسات عكسية النسخ ((Reverse-Tanscribing Vruses (RT)**

هذه الفايروسات تمتلك جينوم مكوّن من dsDNA أو ssRNA وتضاعفها يتم بتخليق DNA من RNA بواسطة الإنزيم Reverse transcriptase. وفي العديد منها

يندمج الحامض النووي لها مع جينوم العائل. من هذه الفايروسات الفايروس المعروف مسبب مرض فقدان المناعة المكتسبة (الأيدز) في الإنسان وتضم عائلة من الفايروسات النباتية وتتميز بإمتلاكها مكون واحد بشكل dsDNA دائري وإن التضاعف يتم بواسطة RNA.

**الفايروسات المزدوجة الـ RNA (Double-stranded RNA (dsRNA))**

تضم حوالي 40 نوعا من الفايروسات النباتية وفايروسات الفطريات.

جدول2.1: عوائل وأجناس الفايروسات النباتية

| نوع الحامض النوي | العائلة | عدد انواع | الجنس | عدد انواع | جنس نموذجي | الناقل الحيوي |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ss DNA | *Geminiviridae* | 201 | *Mastrivirus* | 11 | *Maize Streak Virus* (MSV) | L |
| | ss DNA | | *Curtovirus* | 4 | *Beet Curly Top Virus* (BCTV) | L |
| | | | *Begomovirus* | 108 | *Been Golden Mosaic Virus* (BGMV) | W |
| | | | *Topocuvirus* | 1 | *Tomato Pseudo Curly Top Virus* | |
| | *Nanoviridae* | 5 | *Nanovirus* | 3 | *Subterrenian Clover Club Virus* | |
| | | | *Babovirus* | 1 | *Banana Bunchy Top Virus* (BBTV) | A |
| RNA ds | *Reoviridae* | 14 | *Fijivirus* | 8 | *Fiji Disease Virus* (FDV) | P |
| | | | *Oryzavirus* | 2 | *Rice Rugged Stunt Virus* (RRSV) | P |
| | | | *Phytoreovirus* | 3 | *Wound tumor Virus* (WTV) | L |
| | *Partitiviridae* | 31 | *Alphacryptovirus* | 16 | *White Clover Cryptic Virus* 1 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *White Clover Cryptic Virus* 2 | 4 | *Betacryptovirus* | | | |
| F | *Lettus Big-Vein Virus* (LBVV) | 1 | *Varicosavirus* | 4 | بدون عائلة | ss(-) |
| A/P | *Lettus Necrotic Yellows Virus* | 8 | *Cytorhabdovirus* | 73 | *Rhabdoviridae* | |
| A/P/L/ Pb/Mi | *Potato Yllow Dwarf Virus* (PYDV) | 7 | *Nucleorhabdovirus* | | | |
| | *Tomato Spotted Wilt Virus* | 58 | غير مسمى | | | |
| T | (TSWV) | 8 | *Tospovirus* | 13 | *Bunyaviridae* | |
| P | *Rice Stripe Virus* (RSV) | 6 | *Tenuivirus* | 18 | بدون عائلة | |
| F | *Citrus Psorosis Virus* (CPV) | 5 | *Ophiovirus* | | | |
| B/N | *Brome Mosaic Virus* (BMV) | 6 | *Bromovirus* | 28 | *Bromoviridae* | Ss(+) |
| A | *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV) | 1 | *Alfamovirus* | | | |
| A | *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) | 3 | *Cucumovirus* | | | |
| T | *Tobacco Streak Virus* (TSV) | 17 | *Ilarvirus* | | | |
| | *Oliv Latent Virus 2* (OLV-2) | 1 | *Oliavirus* | | | |
| B | *Cowpea Mosaic Virus* (CPMV) | 15 | *Comovirus* | 59 | *Comoviridae* | |
| A | *Broad bean Wilt Virus* (BBWV) | 4 | *Fabavirus* | | | |
| N/Mi | *Tobacco Rinspot Virus* (TRSV) | 31 | *Nepovirus* | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | *Potato Virus Y* (PVY) | 109 | *Potyvirus* | 215 | *Potyviridae* | |
| W | *Sweet Potato Mild Mottle Virus* | 3 | *Ipomovirus* | | | |
| A | *Maclura Mosaic Virus* (MacMV) | 3 | *Macluravirus* | | | |
| Mi | *Ryegrass Mosaic Virus* (RGMV) | 3 | *Rymovirus* | | | |
| Mi | *Wheat Streak mosaic Virus* WSMV | 3 | *Tritimovirus* | | | |
| F | *Barley Yellow Mosaic Virus* BYMV | 6 | *Bymovirus* | | *Potyviridae (Cont.)* | |
| F | *Tomato Bushy Stunt Virus* (TBSV) | 13 | *Tombusvirus* | | | |
| (F) | *Oat Chlorotic Stunt Virus* (OCSV) | 1 | *Avenavirus* | 48 | *Tombusviridae* | |
| | *Pothos Latent Virus* (POLV) | 1 | *Aureusvirus* | | | |
| B | *Carnation Mottle Virus* (CarMV) | 12 | *Carmovirus* | | | |
| N/F | *Carnation Ringspot Virus* (CRSV) | 4 | *Dianthovirus* | | | |
| B/T | *Maize Chlorotic Mottle Virus* | 1 | *Machlomovirus* | | | |
| F | *Tobacco Necrosis Virus A* (TNV-A) | 5 | *Necrovirus* | | | |
| | *Panicum Mosaic Virus* (PMV) | 1 | *Panicovirus* | | | |
| A | *Parsnip Yellow Dwarf Virus* PYFV | 2 | *Sequivirus* | | | |
| L | *Rice Tungro Spherical Virus* | 3 | *Waikavirus* | 5 | *Sequiviridae* | |
| | *Beet Yellows Virus* (BYV) | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | *Lettus Infectious Yellows* | 7 | *Closterovirus* | | | |
| W | *virus* | 7 | *Crinivirus* | 38 | *Closterovirida* | |
| | *GrapevineLeafrollAssociate* | | | | *e* | |
| M | *dVirus3* | 6 | *Amelovirus* | | | |
| | | | | | | |
| | *Barlet Yellow dwarf Virus* | | | | | |
| A | (BYDV) | 5 | *Luteovirus* | | | |
| | *Potato Leafroll Virus* | | | | | |
| A | (PLRV) | 10 | *Polerovirus* | 28 | *Luteoviridae* | |
| | *Pea Enation Mosaic Virus* | | | | | |
| A | PEMV-1 | 1 | *Enamovirus* | | | |
| | | 11 | غير مسمى | | | |
| | *Grapevine Fleck Virus* | | | | | |
| | (GFkV) | 1 | *Maculavirus* | | | |
| | *Maize Rayado Fino Virus* | | | | | |
| L | (MRFV) | 3 | *Marafivirus* | 33 | *Tymoviridae* | |
| | *Turnib Yellow Mosaic* | | | | | |
| B | *Virus* TYMV | 23 | *Tymovirus* | | | |
| | *Potato Virus X* (PVX) | | | | | |
| | *Carnation Latent Virus* | 28 | *Potexvirus* | | | |
| A/W | (CLV) | 35 | *Carlavirus* | 134 | *Flexiviridae* | |
| | *Shallot Virus X* (ShVX) | | | | | |
| Mi | *Apple Stem Grooving Virus* | 7 | *Allexivirus* | | | |
| | (ASGV | 3 | *Capillovirus* | | | |
| | *Apple Stem Pitting Virus* | | | | | |
| | (ASPV) | 2 | *Foviavirus* | | | |
| | *Apple Chlorotic Leafspot* | | | | | |
| A/M/Mi | *Virus* | 3 | *Trichovirus* | | | |
| | *Grapevine Virus A* (GVA) | | | | | |
| A | *Indian Citrus Ringspot* | 4 | *Vitivirus* | | | |
| | *Virus* | 1 | *Mandarivirus* | | | |
| | *Tobacco Mosaic Virus* | | | | | |
| I | (TMV) | 16 | *Tobamovirus* | | | |
| | *Tobacco Rattle Virus* | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | (TRV) | 3 | *Tobravirus* | 92 | بدون عائلة | |
| I/N | *Soil-born Wheat mosaic virus* | 1 | *Furovirus* | | | |
| F | *Peanut Clump Virus* (PCV) | 2 | *Pecluvirus* | | | |
| F | *Poatato Mop-Top Virus* (PMTV) | 4 | *Pomovirus* | | | |
| F | *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* | 2 | *Benyvirus* | | | |
| F | *Barley Stripe Mosaic virus* (BSMV) | 4 | *Hordeivirus* | | | |
| ABLPB | *Southern Bean Mosaic Virus SBMV* | 11 | *Sobemovirus* | | | |
| | *Raspberry Bushy Dwarf virus* | 1 | *Idaeovirus* | | | |
| | *Ourmia Melon Virus* (OVMV) | 3 | *Ourmiavirus* | | | |
| | *Carrot Mottle Virus* (CMoV) | 7 | *Umbravirus* | | | |
| (A) | *Comelina Yellow Mottle Virus* | 12 | *Badnavirus* | | | |
| M | *Cauliflower MosaicVirus* (CaMV) | 9 | *Caulimovirus* | 34 | *Caulimoviridae* | RT dsDNA |
| A | *Soybean Chlorotic Mottle Virus* | 2 | *SbCMV-like* | | | |
| | *CassavaVein Mottle Virus* (CsVMV | 1 | *CsVMV-like* | | | |
| | *Petunia Vein Clearing Virus*(PVCV | 1 | *PVCV-like* | | | |
| (L) | *Rice Tungro Bacilliform Virus* | 1 | *RTBV-like* | | | |

Lund , O. S. Plant virus Families and genera :عن

E:\PLANT VIRUSES\Taxonomy.htm

الفايروسات المفردة الـ RNA اللاحسية ( Negative sense single-stranded (RNA ssRNA-)

في هذه الفايروسات تترجم بعض الجينات من شريط RNA متمم للجينوم الفايروسي إلى بروتينات. تضم فايروسات الإنفلونزا وداء الكلب وبعض الفايروسات النباتية.

الفايروسات المفردة الـ RNA الحسية ( Positive sense single-stranded RNA (ssRNA+)

تضم معظم الفايروسات النباتية (حوالي 450 نوعا) والفايروسات المسببة لمرض سارس والأمراض التنفسية في الإنسان.

في جدول1.1 عوائل وأجناس الفايروسات النباتية.

# الفصل الثالث Chapter 3

# الإصابة الفايروسية

# Viral infection

الفايروسات التي تصيب النباتات الراقية تشترك مع الفايروسات التي تصيب الحيوانات في عدد من الصفات منها مظهر الفايرون وستراتيجيات التضاعف والتعبير الجيني(Folimonova *et al.*,2008).

تتضمن الإصابة الفايروسية سلسلة من الأحداث كما هي الإصابة بالممرضات الأخرى. الإتصال بالخلايا ودخولها ثم تحرير الجينوم ( التفكيك Dessembly) والتضاعف (Replication) والتركيب (Assembly) والانتشار في الأنسجة والهروب من أو تعطيل دفاعات العائل والانتقال خارج النبات.

## الدخول إلى الخلية النباتية

## Entry to Plant Cell

لكي تتمكن الفايروسات من تحقيق الإصابة يتوجب أن تنقل إلى خلايا العائل المحتمل وترتبط بالأنشطة التي تمكن جينومها من التعبير عن نفسه والتضاعف(Shaw,1999).

إن الخلايا النباتية تختلف عن الخلايا الحيوانية بإمتلاكها لجدران قوية سميكة مؤلفة أساسا من السليلوز واشباه السليلوز وغيرها من المواد(إضافة إلى وجود البلاستيدات الخضراء). هذه الجدران تفصل الخلايا المتجاورة بالإضافة إلى وجود

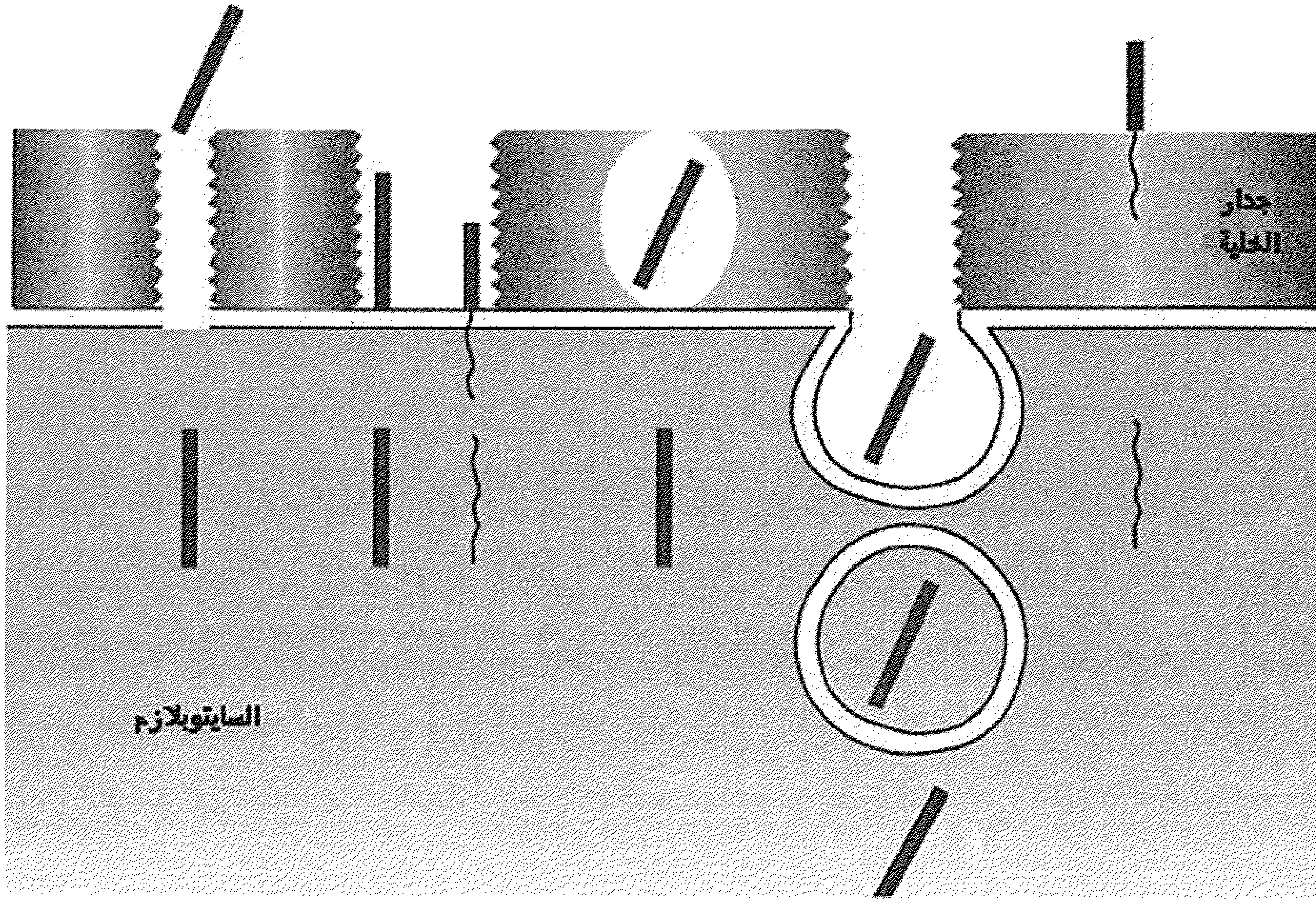
طبقة من المواد البكتينية التي تلصق جدران الخلايا المتجاورة. أما الخلايا السطحية التي تؤلف طبقة البشرة فإنها إضافة إلى ذلك تكون مغطاة من الخارج بطبقة من الكيوتين والمواد الشمعية صعبة التحلل والتي تشكل الأدمة. إن سمك جدار الخلايا النباتية هو أكثر من 1 مكرومتر أي 1000 ن م بينما طول فايروس موزائيك التبغ TMV يساوي 300 ن م.

إن وجود هذه الحواجز الميكانيكية جعل دخول جسيمات الفايروس إلى الخلايا النباتية مختلف عن دخولها إلى الخلايا الحيوانية التي لا تجابه فيها سوى غشاء الخلية أو الخلايا البكتيرية التي تصادف فيها جدار وغشاء الخلية. فالفايروسات النباتية لا تتعامل مع جدران الخلايا النباتية. وهكذا يعتمد دخول الفايروسات النباتية على تمزق وحدة الجدار بطرق مختلفة كالضرر الميكانيكي أو عبر تغذي الحشرات لتعبر الفايروسات إلى داخل الخلايا النباتية سلبيا. بعد ذلك يمكن ان تنتقل الفايروسات من خلية إلى اخرى عبر الروابط البلازمية أو الوصول إلى الأنسجة الناقلة كفريونات كاملة.

وفي معظم الفايروسات فإن الأحداث التي تسبق تكوين الفايروسات الجديدة والتي يطلق عليها الأحداث المبكرة والتي في حالة فايروسات +RNAs تتضمن التآثر الاولي مع خلية العائل ودخولها وتحرير الجينوم لم تدرس جيدا حسب (Shaw,1999). لكنه يناقش آليات الدخول المحتملة المختلفة لفايروس موزائيك التبغ عبر جدار الخلية النباتية خلال عملية التلقيح اليدوي والتي لم يثبت أي منها بطرق مباشرة كما في الشكل3.1.

من غير المعروف بشكل مؤكد ماهو الشكل أو المكوّن الفايروسي الذي يدخل الخلية النباتية المغزوة اولا والآليات التي تقدح تفاعلات تحرير الجينوم (التفكيك Disassembly).

ويعتقد ان عملية التفكيك تشتمل على نزع ثنائي الاتجاه لوحدات الغلاف البروتيني من الـ RNA الفايروسي ترافقه آليات ترجمة (Cotranslational) ونسخ (Coreplicational) (Shaw,1999).




شكل 3.1 : طرق الدخول المفترضة لجسيمات TMV خلال عملية التلقيح اليدوي للاوراق. من اليسار إلى اليمين: الدخول عبر الجروح ؛ الإلتصاق بغشاء الخلية ومرور جسيمة الفايروس أو الـ RNA الفايروسي إلى الخلية ؛ عبور جسيمة الفايروس من خلال الروابط الخارجية (Ectodesma) ؛ إلتصاق الفايروس بغشاء الخلية والدخول عبر إنبعاج الغشاء وتكوين حويصلة بلازمية ؛ إلتصاق جسيمة الفايروس بالجدار الخارجي ومرور الـ RNA الفايروسي من خلاله. لكن أي من هذه الإحتمالات لم ثيبت مباشرة

عن: (Shaw,1999)

## وسائل دخول الفايروس

## Ways of Entry

يمكن للفايروسات ان تدخل الخلايا النباتية بوسائل مختلفة وقد يقتصر دخولها إلى الخلايا على طريقة واحدة أو اكثر حسب النوع. وهذه الطرق تشمل:

**1 . الجروح الميكانيكية (Mechanical Injury)**

وهي الجروح أو الخدوش التي تنتج عن إحتكاك الأجزاء النباتية ببعضها بفعل الرياح القوية أو مزاولة العمل الزراعي أو الرضوض والخدوش أثناء الجني والتقليم الخ. تؤدي إلى إحداث جروح بدرجات مختلفة بعضها يفضي إلى نشوء فتحات مجهرية في جدار الخلايا والأغشية التي تحتها تكفي لدخول الفايروس إلى خلايا قليلة التضرر لا تؤثر على حيويتها كي يجد الفايروس نفسه في خلية حية قابلة لأن يستخدم ماكنتها الوراثية والأيضية لمصلحة تكاثر الفايروس.

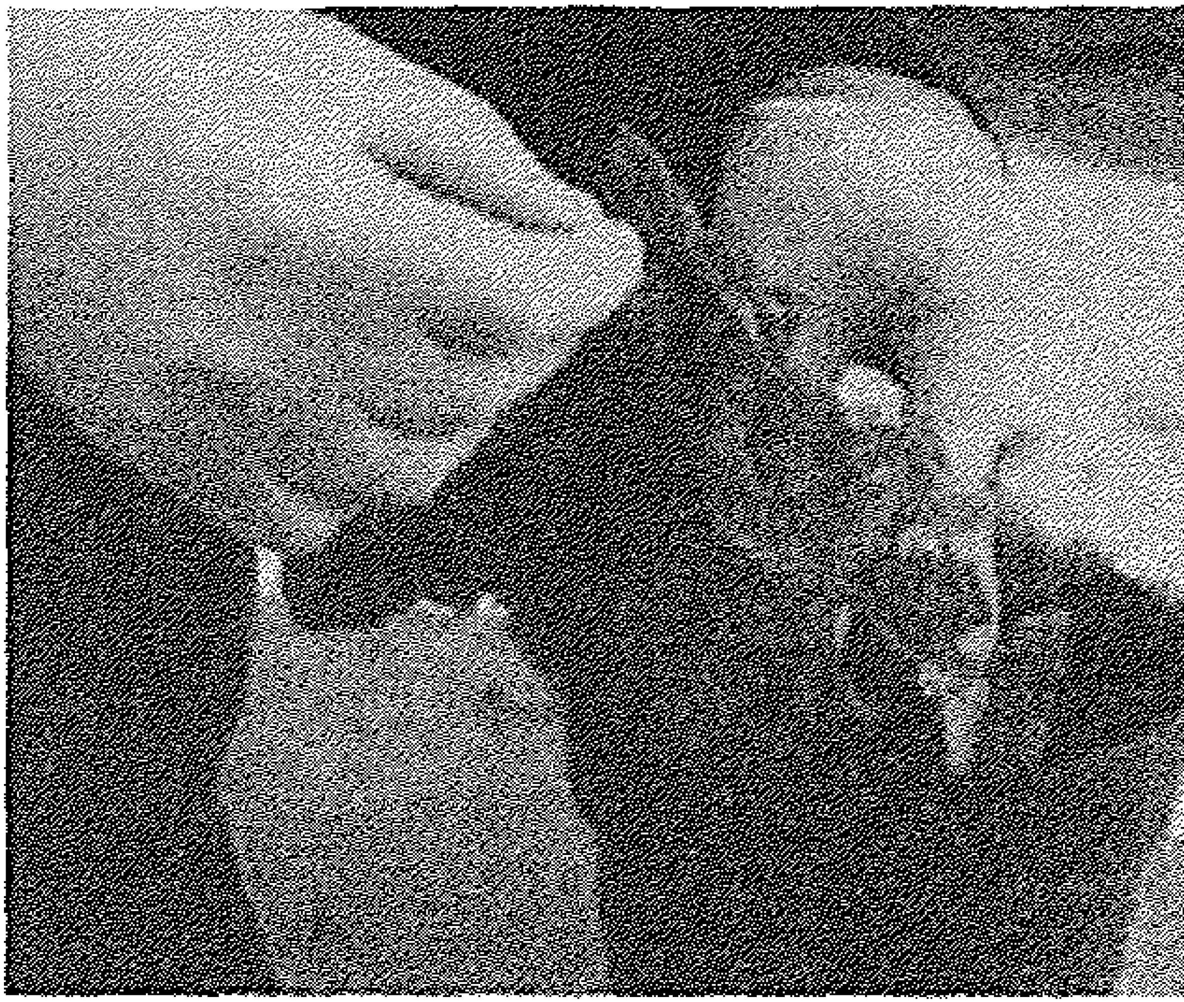
إن هذه الطريقة غير شائعة وقليلة الأهمية في الطبيعة تنتشر بواسطتها فايروسات *cucumber mosaic virus* و *tobacco mosaic virus* و *potato virus X* (Agrios,1997). لكنها اول طريقة للتلقيح اليدوي التي إستخدمها Mayer سنة (1886) وBeijerinck سنة (1898) ولا زالت تستخدم حتى الوقت الحاضر في التلقيح اليدوي لفايروسات TMV وبعض الفايروسات غيرها.

تتضمن الطريقة الحصول على عصارة النبات بهرس ورقة مصابة في محلول بفري للتثبيت توضع في كيس أو هاون ثم الترشيح ودلك اوراق النبات السليم بالراشح بواسطة فرشاة صغيرة مع استخدام مادة مخدشة مثل برادة الحديد لإحداث الجروح وغسل الاوراق الملقحة كما في الشكل3.2.

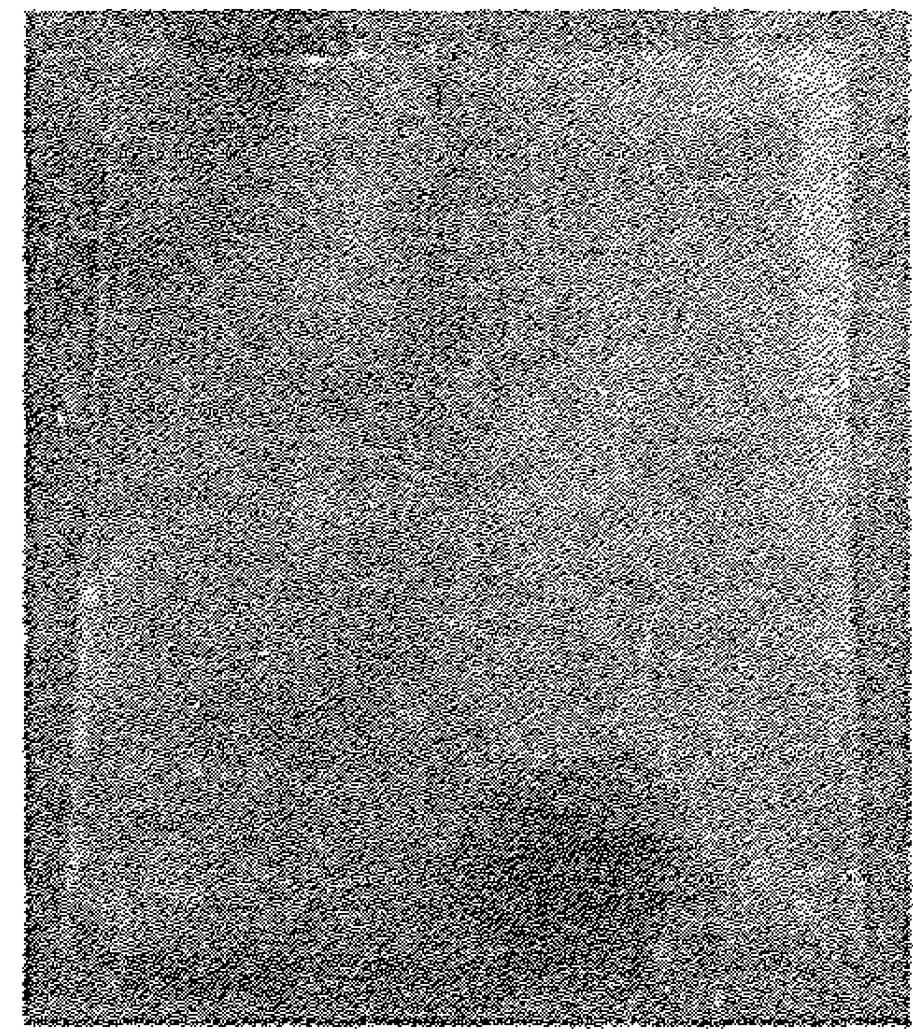
الأعراض تظهر بعد 3 إلى 7 ايام في النباتات المظهرة للقروح الموضعية و10 إلى 14 يوما في النباتات التي تصاب جهازيا. عدم ظهور الأعراض يشير إلى عدم انتقال الفايروس ميكانيكيا أو عدم وجود إصابة فايروسية علما ان هذه الطريقة هي واحدة من عدة طرق لكشف الإصابات الفايروسية.



أ



ب



ج



د



هـ

شكل3.2: خطوات إختبار قدرة الفايروس على الإصابة بواسطة التلقيح الميكانيكي: أ – نبات مصاب، ب- إختيار ورقة مصابة من القمة النامية، ج- وضعها في كيس وإضافة المحلول البفري وهرسها، د- غمس الفرشاة في عصارة الورقة، ه- دلك ورقة نبات سليم بالفرشاة المحملة بعصارة الورقة ثم غسلها ومراقبة ظهور الأعراض

عن: ( Ole Søgaard Lund)

http://www.plantpath.wisc.edu/soyhealth/virus/virusid.htm

## 2 . التنقل بواسطة العوامل الحيوية (Victor Transmission)

تمثل هذه أهم طرق انتقال معظم الفايرسات وتكون أكثرها فاعلية في نشر الفايروسات.

تعتمـد غالبيـة الفايروسـات النباتيـة والعديـد مـن الفايروسـات الحيوانيـة علـى المفصليات والحشرات في تحقيق الإصابة وفي الانتقال من نبات إلى نبات ضمن العائل أو من عائل إلى آخر. الكثير من الفايروسات النباتية طورت علاقات مع عوامل نقلها الحيوية فبعضها تحمل بواسطة البطانة الكيوتكلية لأجزائها الفمية والمعدة. وهذا لا يتم ببساطة عن طريق تلوث ميكانيكي لأجزاء الحشرة بالفايروس وإنما من خلال تداخل معقد بين بروتينات فايروسية خاصة مع مركبات مرتبطة بكيوتكل الحشرة لم تشخص بعد. كما ان العديد من الفايروسات النباتية ومعظم الفايروسات الحيوانية تحمل في جسم الحشرة. وهذه الفايروسات طورت آليات خاصة تمكنها لأن تنقل خلال الأنسجة المختلفة وتعطل دفاعات الحشرة الناقلة. بالمقابل فإن عوامل النقل الحيوي تطورت باتجاه أن لا يصاب جميع افراد النوع بالفايروس أو تعمل كناقل حيوي كفوء (Competent Vector). إن معرفة وتشخيص عوامل النقل الحيوي تساعد في فهم دورة المرض وتوظيفها في الوقاية أو مكافحة الأمراض( Gray & Banerjee, 1999).



شكل3.3: الحلم *Aceria tosichella* الناقل الحيوي لفايروس *Wheat streak mosaic virus*.
الخط = 10 مكرومتر

عن: (Stenger ﷺFrench,2002)

أ- الجروح الميكانيكية بواسطة الحشرات. يمكن لبعض الفايروسات الدخول عن طريق الجروح التي تحدثها الأجزاء الفمية للمفصليات المتغذية على النبات مثل الخنافس والحلم (شكل3.3). تقوم الخنافس بنقل الفايروسات في عدد من الأجناس بضمنها تلك التابعة للجنسين *Comovirus* و*Sobemovirus*. ويقوم الحلم بنقل الفايروسات في الجنسين *Rymovirus* و*Tritimovirus*.

ب- الحقن المباشر لجسيمات الفايروس في الخلايا بواسطة الأجزاء الفمية الثاقبة للحشرات الماصة أو النيماتودا. ومن الحشرات الفعالة في نقل الفايروسات المن (Aphids) ونطاطات الاوراق (Leafhoppers) ونطاطات النبات (Planthoppers) ونطاطات الأشجار (Treehoppers) والذبابة البيضاء (White Fly) والتربس (Thrips) وغيرها.

تنقل حشرات المن (شكل3.4) العديد من التوابع الفايروسية للأجناس *Potyvirus* و*Cucumovirus* و*Luteovirus*.



شكل 3.4: حشرة من الخوخ الخضراء *Myzus persicae* الناقل الحيوي للعديد من الفايروسات بما فيها *Potato virus Y*

عن: (Nuessly & Webb,2002)

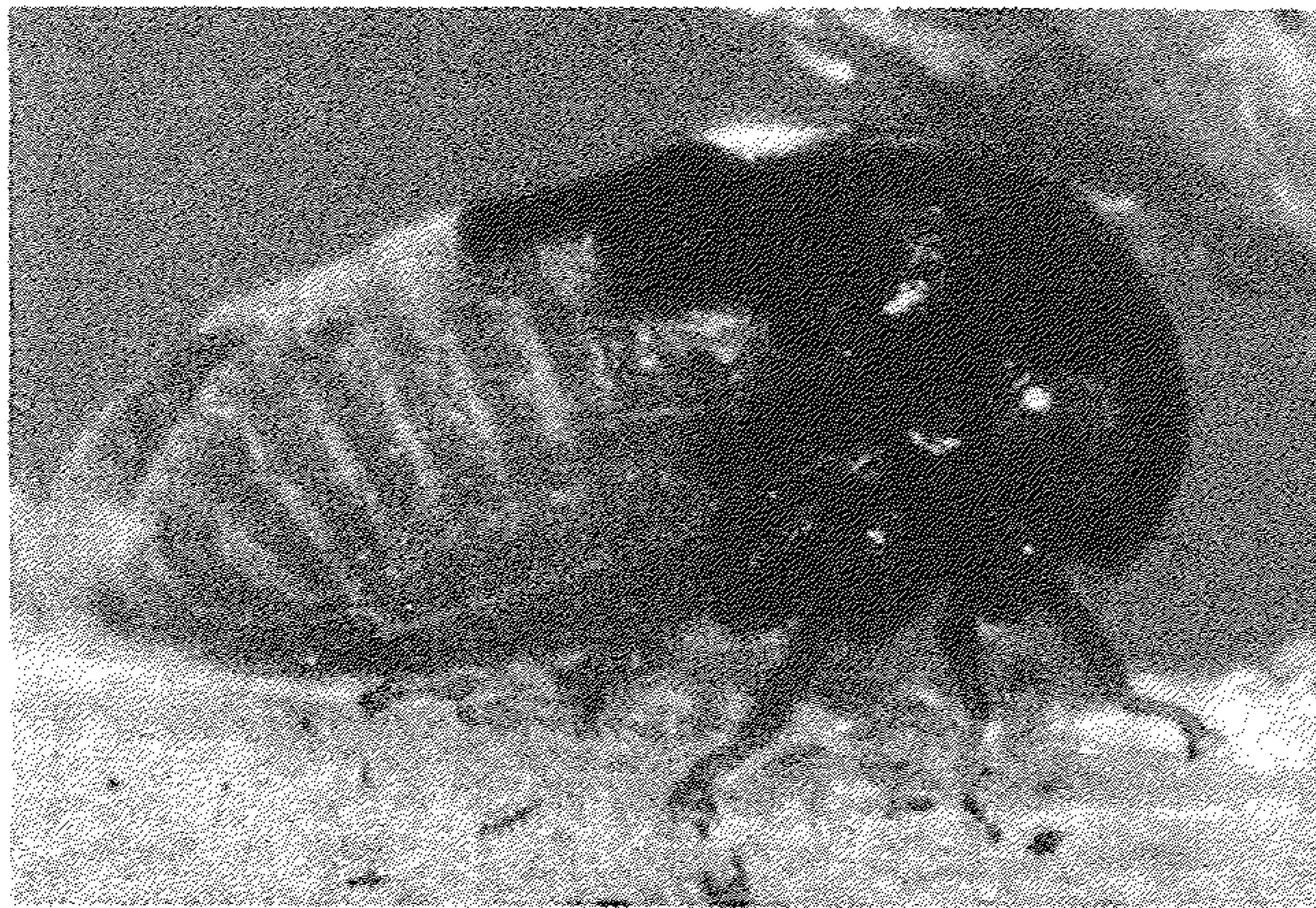
وتنقل الذبابة البيضاء (شكل3.5) عدد من أنواع الفايروسات خصوصا تلك التي في جنس *Begomovirus*.



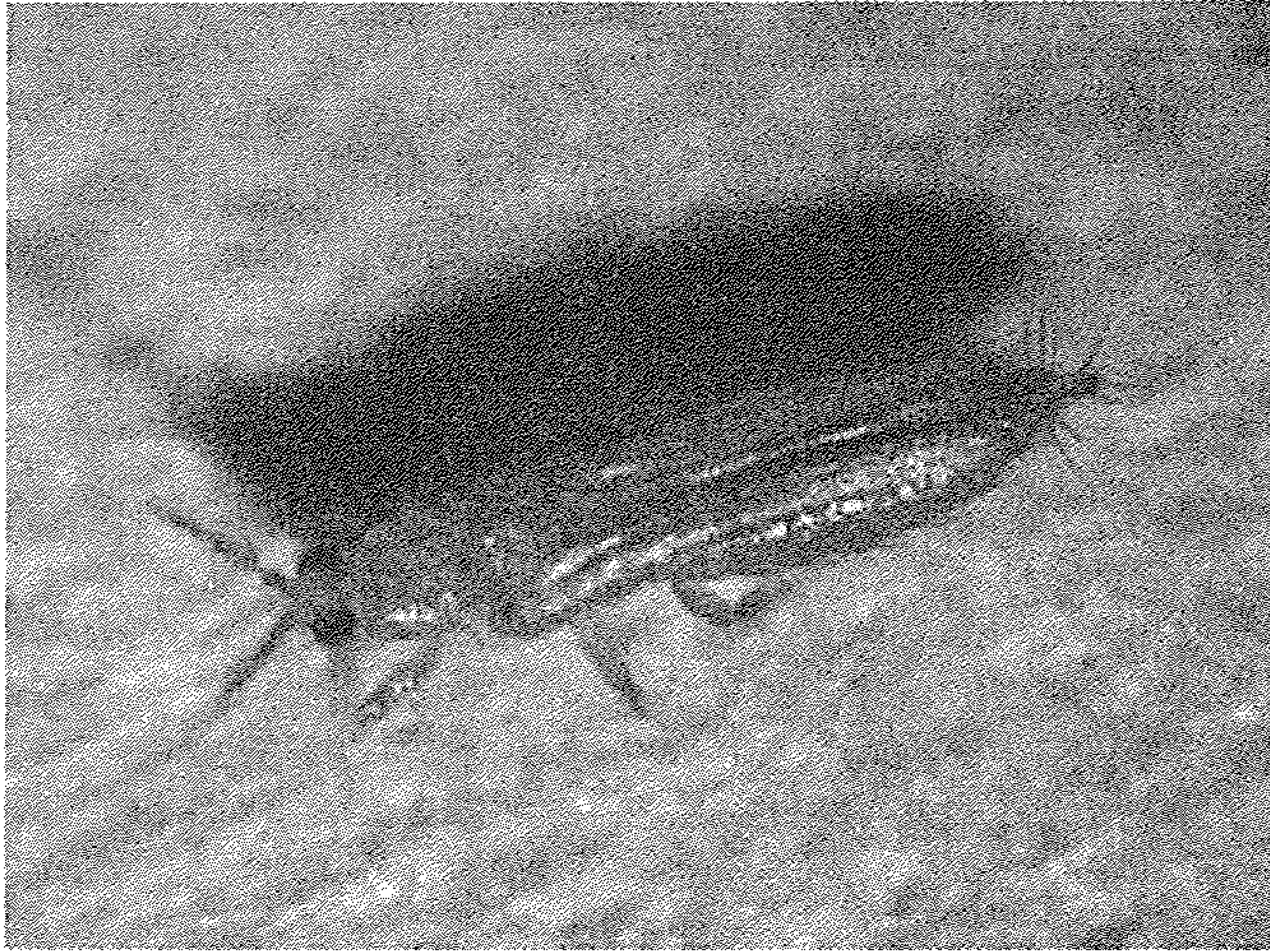
شكل 3.5: حشرة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* الناقل الحيوي للعديد من الفايروسات بما فيها *Tomato yellow leaf curl virus* و *Lettuce infectious yellows virus*

عن: (Falk & Tian,1999)

وتنقل حشرات النطاط (شكل3.6) عددا من أجناس الفايروسات خصوصا تلك العائدة إلى العائلتين *Rhabdoviridae* و *Reoviridae*.



شكل 3.6: حشرة نطاط الأشجار *Micrutalis malleifera* الناقل الحيوي لفايروس *Tomato pseudo-curly top virus* عن: (Briddon,2003)

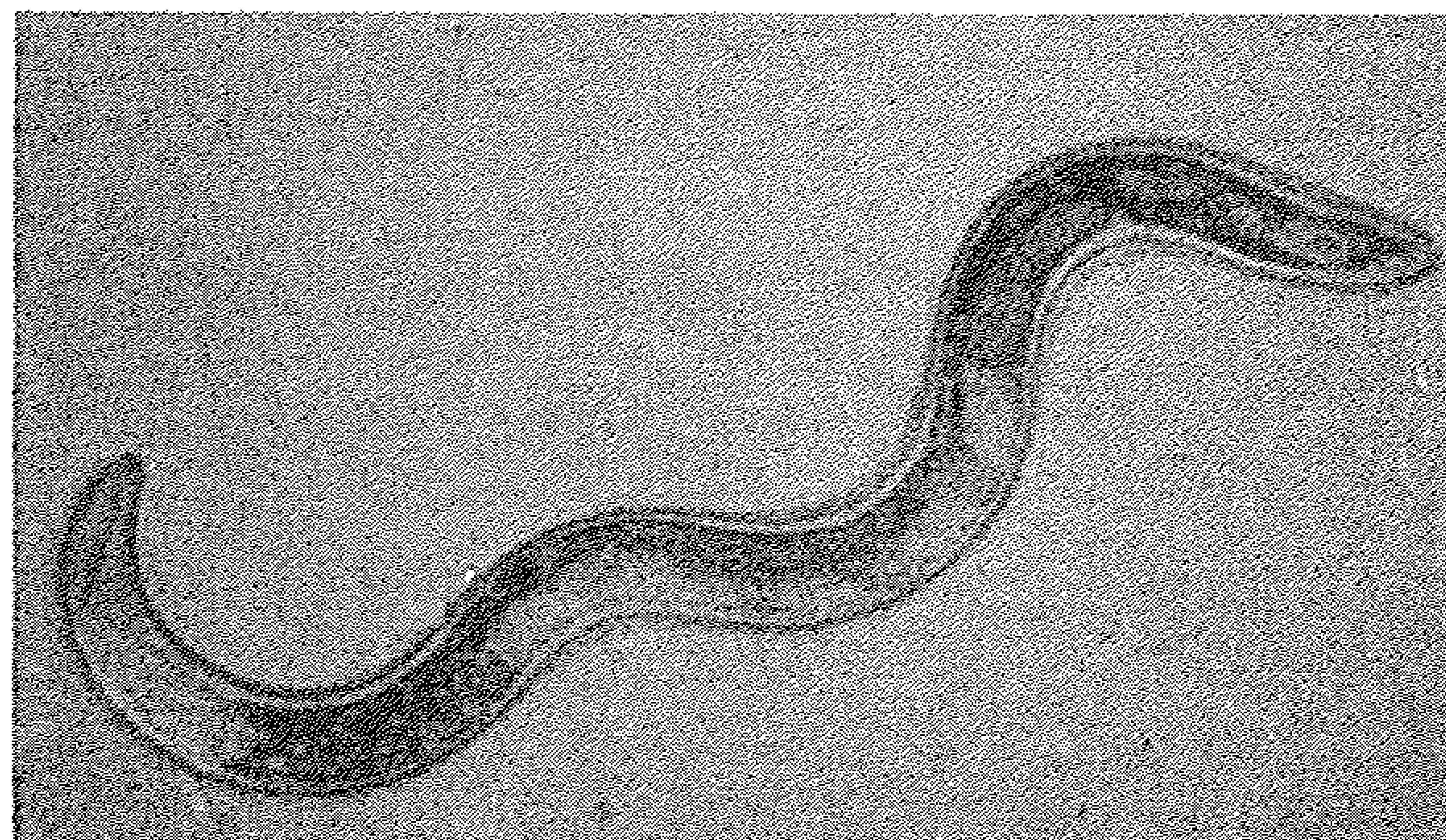


شكل 3.7: تربس الأزهار الغربي *Frankinella occidentalis* وهو الناقل الحيوي الرئيس لفايروس *Tomato spotted wilt virus*

عن: (Briddon,2003)

تنقل حشرات التربس (شكل3.7) فايروسات الجنس *Tospovirus*.

النيماتودا (شكل3.8) وهي من الحيوانات الإبتدائية التي يسبب العديد منها امراض نبات وبعضها رمي يتغذى على الجذور.



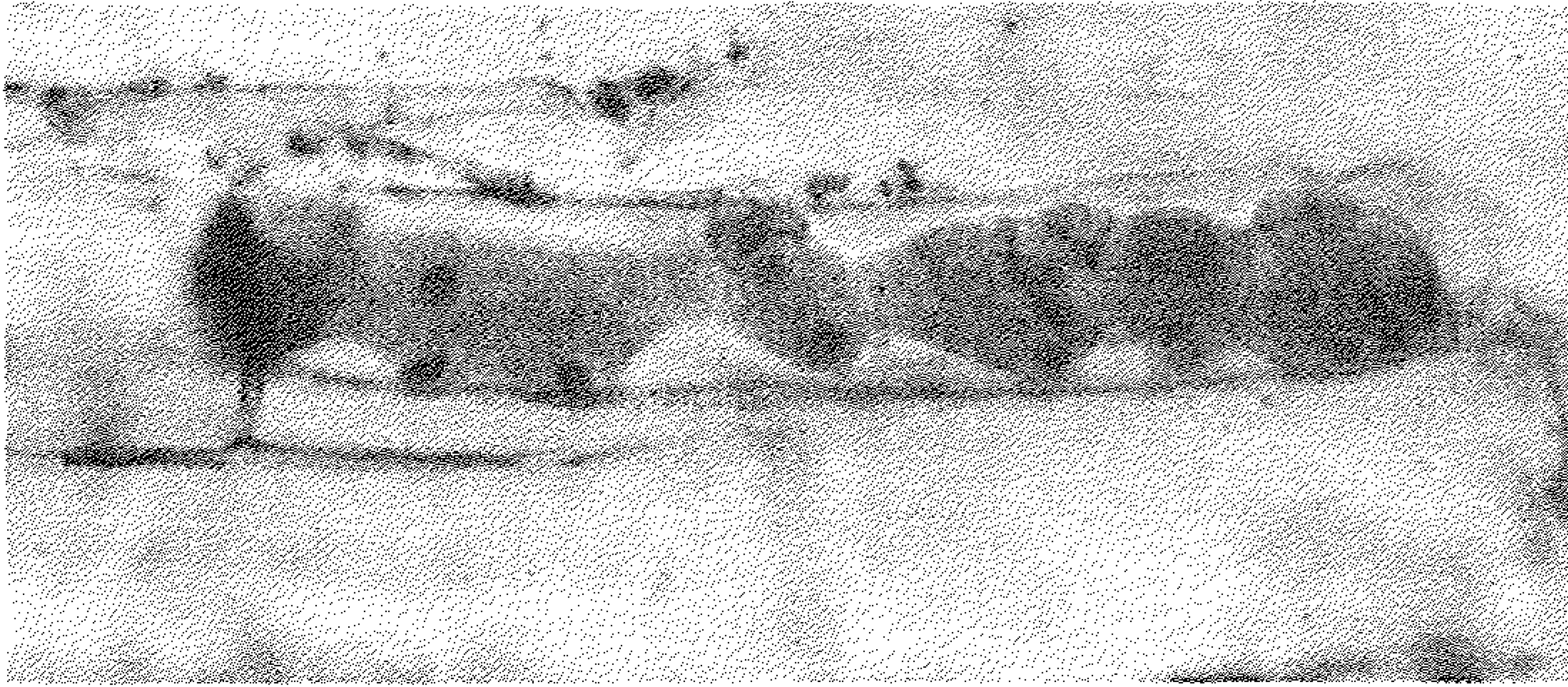
شكل 3.8: الأنثى البالغة للنيماتودا *Paratrichodorus pachydermus* وهي الناقل الحيوي لفايروس *Tobacco rattle virus*

عن: (Martelli,2001)

تقوم انواع من النيماتودا التابعة للأجناس *Longidorus* و*Paralongidorus* و*Xiphenema* بنقل حوالي 20 نوعا من الفايروسات في الجنسين *Nepovirus* و*Tobravirus*.

ج- حمل جسيمات الفايروس من قبل الفطريات الممرضة خصوصا من رتبة *Plasmodiophorales* عند غزوها لأنسجة النبات مثل *Olpidium* و *Polymyxa* (شكل3.9) و*Spongospora* . هذه الفطريات ممرضات طفيلية مجبرة تنقل حوالي 15 نوعا من التوابع الفايروسيةالى الأجناس *Benyvirus* و*Bymovirus* و*Furovirus* و*Pecluvirus* و*Pomovirus*.

د-



شكل 3.9: الفطر *Polymyxa graminis* النامي داخل خلايا جذور الشعير والناقل الحيوي لعدد من الفايروسات بضمنها *Barley yellow mosaic virus*

عن: (Adams,2000)

### 3 . النقل بواسطة البذور

النقل بواسطة البذور يسمى بالنقل العمودي. يمكن أن ينتقل بهذه الطريقة حوالي 100 نوعا من الفايروسات. إن البذور المستحصلة من النباتات المصابة بالفايروس تظهر نسبة إصابة تتراوح بين 1 إلى 30 % لكنها يمكن ان ترتفع في تشكيلات فايروسات – نباتات عائلة اخرى لتصل إلى أكثر من 50 % وفي عدد قليل منها يمكن

أن تصاب جميع بذور النباتات المصابة. مصدر إصابة البذور يمكن ان تكون البويضات في مبيض النباتات المصابة أو عن طريق حبوب الطلع المصابة. يمكن ان يحمل الفايروس في اغلفة البذور مما يؤدي إلى إصابة البادرات الناتجة عند إنباتها(Agrios,1997).

**4 . الانتقال بواسطة حبوب الطلع**

حيث ان حبوب الطلع عند إنباتها تكوّن إنبوب إنبات يخترق الميسم والقلم والمبيض وصولا إلى البويضات حيث يخترقها في عملية الإخصاب. يمكن أن يؤثر هذا النوع من الإصابة على تكوين الثمار ويمكن ان تحصل إصابة جهازية تنطلق من الأجزاء الزهرية المصابة. من الفايروسات التي تنتقل بهذه الطريقة *prunus necrotic ringspot virus* التي تصيب الكرز(Agrios,1997).

**5 . النقل الأفقي من خلال التكاثر الخضري**

يمكن ان تنتقل الفايروسات من خلال وسائل التكاثر الخضري كالفسائل والدرنات والأقلام والريزومات والأبصال والكورمات والبراعم المصابة وعن طريق عملية التطعيم حيث يمكن أن ينتقل الفايروس من النسيج المصاب إلى النسيج السليم بسبب إندماج الخلايا. إن وسائل التكاثر الخضري واسعة الاستخدام في زراعة الأشجار المثمرة وبعض المحاصيل كالبطاطا ونباتات الزينة. ويمكن ان يتم انتقال الفايروس من خلال عمليات التطعيم الطبيعية بين جذور الاشجار المتجاورة.

## تضاعف الجينوم

## Genome Replication

إن قدرة الحامض النووي على مضاعفة الفايروس بمكوناته المختلفة تستدعي بالضرورة أن يكون حاملا لجميع الجينات اللازمة لذلك. بعض الفايروسات تحمل معها أيضا إنزيم Transcriptase المطلوب في عملية تضاعفها وإحداث الإصابة. يعتمد التعبير عن الصفات الوراثية بالطبع على تتابع القواعد النتروجينية في جينات الحامض

النووي الفايروسي. إن هذا سيحدد تتابع الأحماض الأمينية في البروتينات البنائية أو الوظيفية التي ستتكون وهذا ما يعرف بعملية التشفير (Coding) والتي تحصل بنفس الآليات في جميع الأحياء. تتضمن عملية التشفير استخدام الشفرات (Codons) التي تتالف الشفرة الواحدة منها من 3 نيوكليدات متجاورة وهي التي ستحدد نوع الحامض الأميني المعين. إن موقعه ضمن تسلسل الشفرات سيحدد موقع الحامض الأميني ضمن البروتين الذي سيتكون. وهكذا ستتحدد عدد النيوكليدات بكمية الحامض النووي الفايروسي وهذا بدوره سيقرر كمية الأحماض الأمينية التي يمكن للفايروس تشفيرها وبالتالي أنواع البروتينات التي يستطيع تشفيرها وتتكون بواسطة الماكنة الأيضية للخلية العائلة. يمكن في بعض الفايروسات أن تزداد قدرة الحامض النووي على التشفير من خلال تداخل (Overlaping) جين مع جينات اخرى أو من خلال تغيير الإطار (Frame Shifting) حيث تتم قراءة النيوكليدات بتتابعات مختلفة تمكن من توفير اكثر من قراءة للتتابعات نفسها تعتمد على بداية ونهاية القراءة من قبل الأنزيم. إن هذا سيزيد من عدد الشفرات المحتملة والجينات الفاعلة. وحيث أن تخليق بروتين غلاف الفايروس لا يحتاج سوى إلى عدد صغير نسبيا من الشفرات الوراثية، تستغل باقي الشفرات الوراثية في تشفير بروتينات اخرى منها الإنزيم RNA polymerase المطلوب في تضاعف الـ RNA الفايروسي وبروتينات الحركة وبروتينات شطر الحامض النووي إلى أجزاء محددة وأخرى تساعد في عملية الانتقال بواسطة عوامل النقل الحيوية وبروتينات اخرى غير معروفة الوظيفة يمكن ان تسهم في تكييف ايض الخلية العائلة لمصلحة إنتاج مكونات الفايروس وانتقالها.

**التفكيك (Dissambly)**

هو اول خطوة في تضاعف الحامض النووي تتضمن تحريره من الغلاف.

**النسخ (Transcription)**

تحفيز الخلية على تكوين الإنزيم RNA polymerase الذي يقوم باستخدام RNA الفايروس كقالب لنسخ شريط RNA متمم هو صورة مرآة للـ RNA الفايروسي. وهكذا سيتكون شريط مزدوج ثم تحصل عملية نسخ لكل من الشريطين، الشريط

الفايروسي الذي يرمز له بعلامة + وصورته التي يرمزلها بعلامة - . ثم ينفصل الشريطان ليتم نسخ الشريط – الذي يصبح هو قالب نسخ حيث يعطي نسخة متممة + هي شريط RNA فايروسي جديد وهكذا يتم تضاعف الحامض النووي الفايروسي.

الفايروسات التي يكون الحامض النووي لها مقسما على أكثر من جسيم واحد يتوجب وجود كل أجزاء الجينوم في الخلية نفسها ومضاعفته.

أما في فايروسات ssRhabdovirus حيث يكون شريط RNA سالب (–) فإنها تحمل معها إنزيم Transcriptase من أجل تكوين نسخ RNA موجبة (+) تصبح كقالب نسخ وتتضاعف كما ذكر أعلاه. كذلك تقوم الفايروسات المزدوجة RNA. إن تضاعف هذه الفايروسات يتم في السايتوبلازم.

أما فايروسات dsDNA فيجب دخول الحامض النووي إلى نواة خلية العائل ويلتف على نفسه وينضغط ليشكل كروموسوم صغير (Minichromosome). ينسخ هذا إلى شريطي RNA أحاديين (ssRNA) مختلفي الطول. ينقل كليهما خارج النواة إلى السايتوبلازم، الصغير يتم ترجمته إلى بروتينات مشفرة من قبل الفايروس والكبير يتم تغليفه حيث يستخدم كقالب من اجل النسخ العكسي لفايرون dsDNA.

في فايروسات ssDNA يتم تكوين شريط متعدد سالب (–) يستخدم لتكوين أشرطة موجبة (+) قابلة للنسخ.

**الترجمة (Translation)**

بعد مضاعفة الحامض النووي مباشرة يتم ترجمة بعضه من خلال تحفيز تكوين البروتينات المشفرة من الفايروس. وكما هي ترجمة الحامض النووي في جميع الخلايا فإن ذلك يتطلب إشتراك جزيئات RNA مرسال (mRNA) التي تنسخ تتابعات النيوكليدات على الحامض النووي على الـ DNA في النواة وجزيئات RNA ناقل (tRNA) مختلفة تلتقط الأحماض الأمينية المتخصصة بكل منها أي ان كل جزيئة tRNA ترتبط مع حامض أميني معين. تترتب جزيئات tRNA الحاملة للأحماض الأمينية على شريط mRNA حسب ترتيب الشفرات الوراثية عليها. تقوم الرايبوسومات بالمرور على شريط mRNA وتربط الأحماض الأمينية المرتبة مع بعضها كما اسلفنا

وهكذا تتكون ببتيدات تتألف من احماض أمينية ترتبط باواصر ببتيدية. وعند بلوغ الببتيد حجما معينا محدد سلفا يصبح بروتين لينفصل إلى السايتوبلازم.

في حالة الفايروسات تقوم أجزاء من الـ RNA الفايروسي بعمل mRNA وتستغل الأحماض الأمينية وجزيئات tRNA ورايبوسومات الخلية العائلة من اجل تكوين البروتينات المشفرة من قبل الفايروس والتي تستخدمها لأغراضها الخاصة.

**التركيب (Assembly)**

ما ان يتضاعف الحامض النووي وتتكون البروتينات الفايروسية المطلوبة يقوم الحامض النووي بتغليف نفسه ببروتينات الغلاف ليتخذ شكله المحدد داخل جسيمة الفايروس وتتكون جسيمة الفايروس (الفايرون) بشكلها النهائي. وهكذا فإن موقع أو مواقع تكوين وحدات الحامض النووي والبروتينات وتركيبهما ضمن الخلية يختلف بإختلاف مجموعة الفايروس. فبينما يكون السايتوبلازم موقع تضاعف وتركيب الحامض النووي وبروتينات الغلاف لفايروسات RNA، تكون النواة موقع التضاعف والتركيب لفايروسات ssDNA. اولى دقائق الفايرون المتكونة تظهر بعد 10 ساعات من بدء الإصابة ويمكن ان تخرج فرادى أو في مجاميع ويمكن ان تكوّن مضمنات (Inclusions) متبلورة أو غير متبلورة ضمن الخلية المصابة (Agrios,1997).

## توزع وانتشار الفايروسات في النبات
## Distribution and Spread of Viruses in Plants

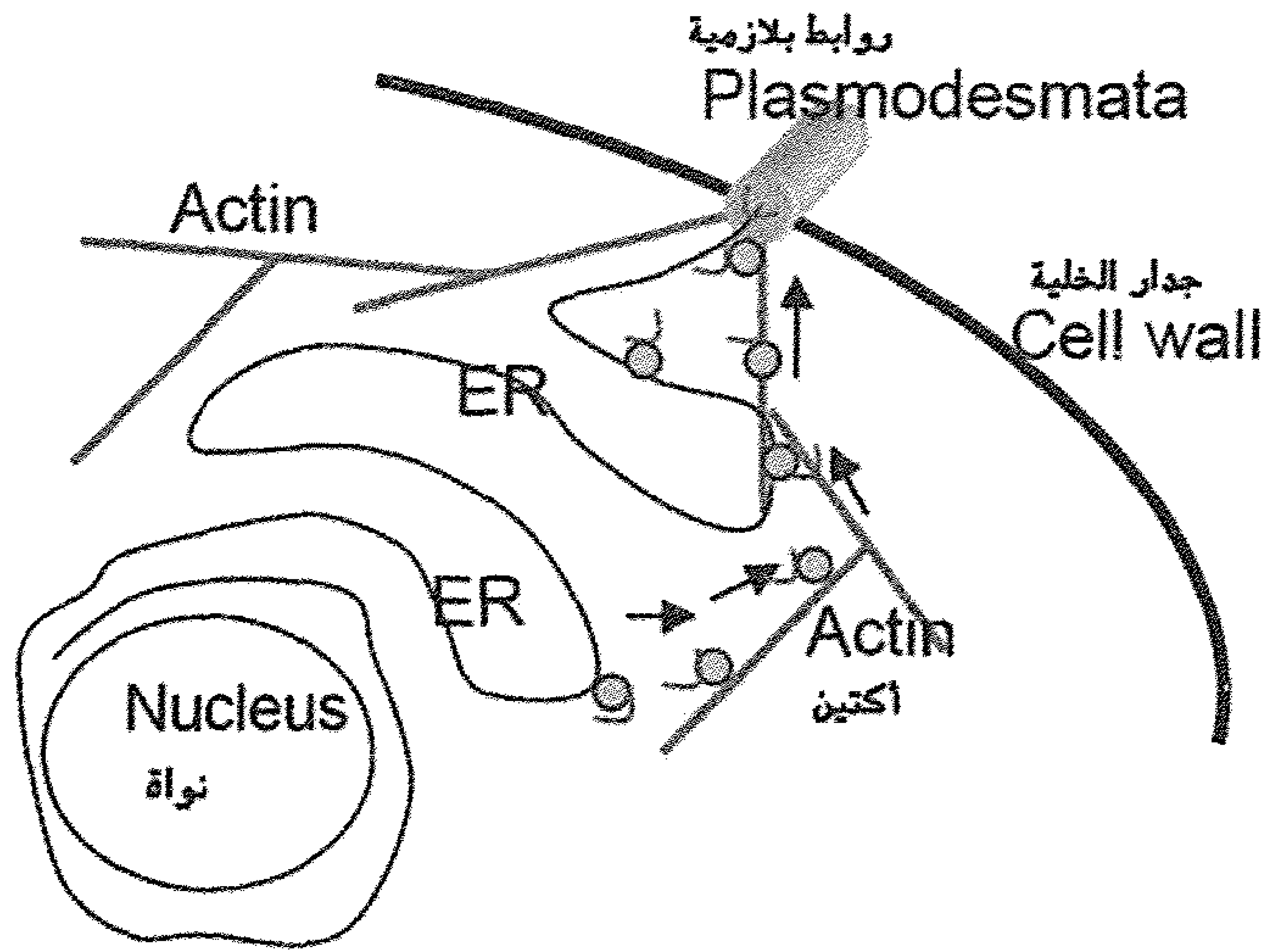
لكي يتمكن الفايروس من تحقيق إصابة ناجحة للنبات العائل لا بد له من الانتقال من الخلية المصابة إلى جميع خلايا النبات. النجاح في ذلك يعتمد على وجود العلاقة التوافقية ما بين عوامل الفايروس والنبات. الحركة الجهازية للفايروس تتضمن عمليتين: الحركة من خلية إلى خلية مجاورة حيث يتمكن الفايروس من عبور جدار الخلية النباتية من خل الروابط البلازمية (Plasmodesmata)، والحركة لمسافات طويلة من خلال الانتقال من خلية ذات نواة مجاورة إلى وحدة الأنبوب المنخلي لنسيج اللحاء ومن ثم الحركة السريعة عبر الأنابيب المنخلية المتصلة والانتقال إلى الخلايا

المجاورة للأنبوب المنخلي في المناطق البعيدة. الروابط البلازمية تسمح بعبور بروتينات مشفرة من الفايروس تسمى بروتينات الحركة (Movement Proteins (MPs. بروتينات الحركة هذه يمكن أن تكون واحد أو أكثر بعضها جزء من بروتينات الغشاء التي تتداخل مع غشاء الشبكة البلازمية الداخلية (ER) للخلية( Martínez-Gil *et al.*,2009). مسار البروتين المستقل ذاتيا غير الخلوي ( Non-Cell-Autonomous Protein (NCAP) Pathway) هذا يستخدم اصلا من قبل خلايا النبات العائل لنقل الجزيئات الكبيرة. بروتينات MPs الفايروسي يربط RNA/DNA بتتابع غير خصوصي ليشكل معقدات بروتين نووي (NPC). بعد ذلك تسهم بروتينات العائل في تصدير MPs وNPC إلى فتحة الروابط البلازمية بمساعدة الهيكل الخلوي الأكتيني. الفايروسات التي تستخدم مسار NCAP طورت تشكيلات من MP وبروتينات مساعدة لمنافسة NCAPs العائل على ماكنة النقل عبر الروابط البلازمية. التآثرات غير المتوافقة بين MP والبروتينات المساعدة تفسر الإستقطاب النسيجي وعدم الانتشار ( Lucas, 2006).

كمثال للإصابات الجهازية الناجحة ما يقدمه فايروس موزائيك التبغ. فبعد تضاعفه في الخلية المصابة وانتقاله للخلايا المجاورة، ينقل بعد ذلك عبر اللحاء ليصل إلى انسجة القمم النامية حيث يستخدم آلية الانتقال من خلية إلى خلية من جديد ليواكب نمو النبات ويبقى في القمم النامية. بعض الفايروسات مثل فايروس تدهور الحمضيات ترستيزا *Citrus tristeza virus* (CTV) عند دخولها إلى خلايا اللحاء بواسطة الحشرة الناقلة تتمكن من التضاعف والانتشار خلال نسيج اللحاء لكنها لا تتمكن من الانتقال بآلية خلية إلى خلية وبالتالي سيقتصر وجودها في النبات على أنسجة اللحاء(Folimonova *et al.*,2008).

القنوات المجهرية للروابط البلازمية لا تسمح بالمرور الحر لجسيمات الفايروس. لكن الفايروسات طورت آلية تعتمد على بروتينات تشفرها وتتداخل مع آلية عمل الروابط البلازمية بحيث تزيد من قطر الفتحات لتسمح بمرور معقدات البروتين النووي الفايروسي. وهكذا فإن جميع الفايروسات النباتية تمتلك واحد أو أكثر من جينات تشفير البروتينات المتعلقة بحركة الفايروس.

وحسب الشكل3.10 الذي يصور حركة فايروسات *Potexvirus* من الخلية المصابة إلى الخلية المجاورة فإن حوصلات محفزة بواسطة TGBp2 تتبرعم عن الشبكة البلازمية تحمل الفايروس وتسير على شبكة من الخيوط الأكتينية في محيط الخلية إلى الروابط البلازمية(Verchot-Lubicz *et al.*,2007). كذلك الشكل3.11 الذي يبين بعض تفاصيل حركة الفايروسات خلال الروابط البلازمية.

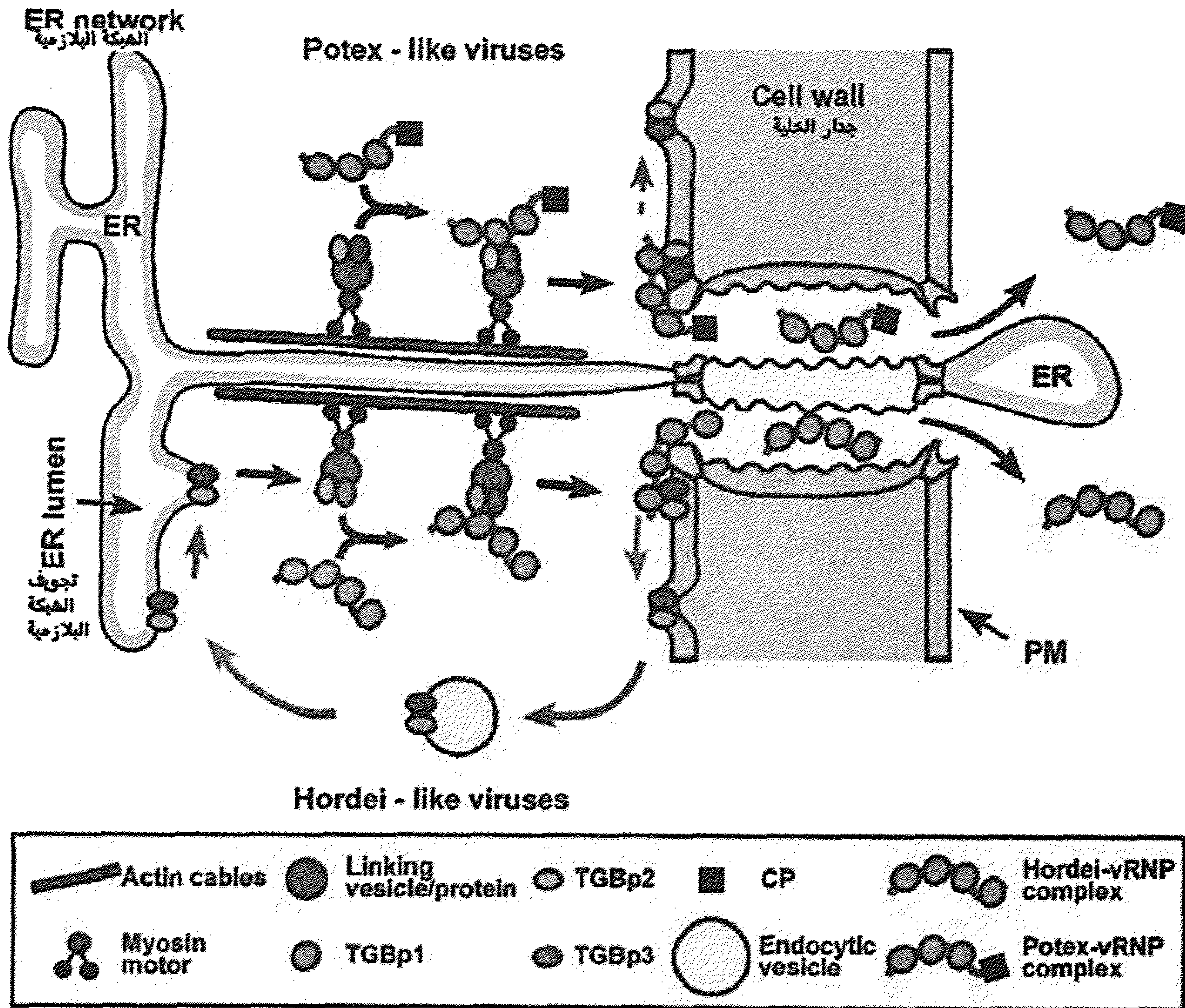



شكل3.10: مخطط حركة فايروس *Potexvirus*. الكرات الزرق تمثل حوصلات محفزة بواسطة TGBp2 والخطوط الحمراء تمثل معقد البروتين النووي المصاحب للحوصلات.

عن: (Verchot-Lubicz *et al.*,2007)

تقدر سرعة حركة الفايروسات في الخلايا البرنكيمية للنسيج الوسطي للورقة بـ 1 ملم / يوم وهو يقابل 8 إلى 10 خلايا متجاورة. لكن الانتقال الكفوء والسريع للفايروسات ضمن النبات يتم خلال نسيج اللحاء. تحتاج معظم الفايروسات النباتية إلى 2 إلى 5 ايام للانتقال خارج الورقة المصابة. إن وجود الفايروسات في اللحاء سرعان ما يوصلها إلى الخلايا النشطة في مناطق الأنسجة المرستيمية ومناطق تراكم المواد الغذائية كالدرنات والريزومات. وهكذا تحصل الإصابة الجهازية ( Systemic

Infection). في عدد من تشكيلات الإصابات الفايروسية والنباتات العائلة يمكن ان ينحصر وجود الفايروسات في مجاميع معزولة من الخلايا حيث تظهر اعراض القروح الموضعية (Local Lesions) التي يختلف عددها وحجمها حسب شدة الإصابة. تختلف سعة انتشار الفايروسات في النباتات المصابة جهازيا بالفايروس. فهي يمكن ان تقتصر على نسيج اللحاء والخلايا المرافقة أو أنها تشمل كل الأنسجة ربما عدا القمم النامية في الجذر والساق. في الإصابات الجهازية التي تظهر اعراض الموزائيك يمكن ان تحتوي الخلايا المصابة على 100 000 إلى 10 000 000 جسيمة فايروس (Agrios,1997).




شكل3.11: رسم تخطيطي لنموذج يوضح دور مسارات الإفراز والإدخال الخلوي للأكتين- الشبكة البلازمية في حركة الفايروسات الشبيهة بفايروسات Hordei وفايروسات Potex من خلية إلى خلية عبر الروابط البلازمية

عن: (Lucas,2006)

## تثبيط دفاعات العائل

## Suppresion of Host Defence

من أجل النجاح بتحقيق الإصابة، لا يكفي أن يتضاعف الفايروس في الخلايا وينتقل إلى الخلايا الاخرى وإنما عليه الهروب أو تفادي أو تعطيل نظام المراقبة الدفاعي للنبات العائل. وهكذا تشفر الفايروسات لمجموعة أخرى من المواد التي تسمى مثبطات الإخماد الجيني التي تعطل عمل RNAi التي يستخدمها العائل للتخلص من الفايروسات. الطفرة في الجينات المشفرة لتلك العوامل تحدد انتشار الفايروس وتفشل الإصابة. كما أن تجارب التلقيح المزدوج بفايروسات يقتصر إنشارها على نسيج اللحاء مثل *Potato leafroll virus* أو *Bean golden mosaic Virus* مع بعض الفايروسات الأخرى جعل هذه الفايروسات تنتشر خارج نسيج اللحاء. هذا يمكن أن يرجع إلى فقدان تلك الفايروسات لعوامل مطلوبة لغرض الانتشار إلى خارج نسيج اللحاء أو فقدانها للآليات اللازمة لتخطي دفاعات العائل( Folimonova *et al.*,2008). لمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى (شريف، 2011).

## الإصابات المختلطة Mixed Infections

### التحصين (Cross Protection)

من الشائع أن يصاب النبات الواحد بأكثر من فايروس واحد في الوقت نفسه وهو ما يعرف بالإصابات المختلطة (Mixed Infections). إذا كان الفايروسان المشتركان في الإصابة المختلطة قريبين وراثيا (كأن يكونا سلالتين مختلفتين من الفايروس نفسه) يحصل ما يعرف بالتحصين (Cross Protection) وهو تفاعل تضادي (Antagonism) يؤدي إلى تخفيف الأعراض الناتجة عن الإصابة. المثال الواضح هو ما يحصل عند إصابة نبات التبغ بسلالة طماطة خفيفة الأعراض من فايروس موزائيك التبغ ومن ثم تعريضه للإصابة بالسلالة الأكثر ضراوة من TMV حيث تكون النتيجة وقاية النبات من إصابة قوية بالفايروس. في هذا المثال تستند الظاهرة إلى دور بروتينات الغلاف (CP) لفايروس TMV حيث ان النباتات

المهندسة وراثيا والتي تحتوي على جينات تشفر بروتين CP تعطي حصانة للنبات ضد الإصابة بفايروس TMV. بينما اظهرت الدراسات اللاحقة إشتراك جينات مشفرة لبروتينات CP أخرى وRdRps وMPs فايروسية استخدمت في إنتاج نباتات مقاومة ضد الإصابات الفايروسية. إن نقل الجينات الفايروسية إلى النبات يحفز على تحطيم الحامض النووي الفايروسي المعتمد على التشابه الجيني والإخماد الجيني لما بعد النسخ المعتمد على التشابه ( Homology-Dependent PostTranscriptional Gene Silencing) (PTGS) والذي يحصل مع الفايروسات في الأحياء الأخرى ايضا(Lazarowitz,2001).

يترافق الإخماد الجيني (Gene Silencing) مع تخفيض مستويات mRNA خصوصية تشفر من قبل الجينات المثبطة(Anandalakshmi*et al*.,1998). هذه ستراتيجية دفاعية تستخدمها النباتات ضد الإصابات الفايروسية، بالمقابل فإن للفايروسات نشاطات مضادة لتخطي أو تعطيل هذه الآلية(Lazarowitz,2001). إن تخطي دفاعات العائل عملية سلبية تتضمن إصابة خلايا وأعضاء العائل حيث لا تصلها الإستجابات الدفاعية.

ولكن من ردود فعل الفايروس الإيجابية هو ما تقوم به الفايروسات الحيوانية بتكوين Virokins وViroceptors التي تتداخل مع الجزيئات المناعية المضادة للفايروسات لتثبيطها. وتشير الدراسات إلى ان العديد من الفايروسات التي تصيب طيفا واسعا من المضايف الحقيقية النواة تشفر لبروتينات تثبط عملية إخماد الـ RNA الذي هو نوع من الإستجابات الدفاعية. إن مثبطات الإخماد هذه المشفرة من قبل الفايروسات تحد من ماكنة إخماد الـ RNA التي تحلل جزيئات RNA الفايروس. كما أن لبعض هذه البروتينات في الفايروسات النباتية تأثيرات على الأعراض وزيادة تايتر الفايرس.

وهكذا تعمل بروتينات b2 في فايروس *Cucumber mosaic virus* (CMV) وHC-Pro في *Tobacco etch virus* (TEV) وP19 في *Tomato bushy stunt virus* (TBSV) والبروتين K19 الغني بالسيستين لفايروس *Soilborne wheat mosaic virus* (SBWMV) كمثبطات إخماد ومحددات إمراضية في الوقت نفسه(Te *et al*.,2005).

## الإصابات التآزرية (Synergistic Infections)

في حالة الإصابات المختلطة بفايروسين غير متقاربين وراثيا يحصل عكس التحصين حيث ينشأ تفاعل تآزري بينهما مما يؤدي إلى تشديد الأعراض وزيادة التضاعف لأحد الفايروسين أو لكليهما مقارنة بالإصابة بأي منهما منفردا. تحصل هذه الحالة مع العديد من الفايروسات خصوصا من الجنس *Potyvirus* مع أي نوع آخر من الفايروسات غير القريبة منها. ويبدو أن آلية ذلك لا تعتمد على تحفيز تضاعف الشريك مباشرة ولكن من خلال التاثير على فسلجة العائل. إن التجارب مع فايروسات *Potyvirus* مثل PVY أو TEV أو TVMV مع فايروس PVX باستخدام الطافرات الفايروسية والنباتات المعدلة وراثيا تظهر أن منطقة P1/HC-Pro من جينوم *Potyvirus* هي المسؤولة عن هذا التفاعل التآزري. بينت الدراسات أن ستراتيجية الفايروسات المضادة لستراتيجية الإخماد الجيني لما بعد النسخ المعتمد على التشابه (PTGS) تستخدم من قبل عدد من الفايروسات مثل TMV وCMV وTGMV و *Cowpea mosaic virus* وTRV و *Tombusvirus* (Lazarowitz,2001).

## تاثير الفايروسات على فسلجة النبات

## Effect of Viruses on Plant Physiology

لا يتاتى تاثير الفايروس على فسلجة الخلايا والنبات المصاب عن مجرد تكاثر الفايروس فيها وإستهلاك الكثير من موارد الخلية من الطاقة والأحماض الأمينية وغيرها على أهميتها. إذ يبدو أن التأثير الأكثر ضررا ينجم عن تداخلات أنشطة الحامض النووي الفايروسي في تكوين العديد من المواد والإنزيمات التي يكون لها تأثيرات مؤذية على فسلجة الخلايا. الدليل على ذلك عدم إرتباط شدة المرض أو الأعراض مع تركيز جسيمات الفايروس فقد تظهر اعراض اشد في نبات يحتوي تركيز اقل من الفايروس.

تؤثر الفايروسات عموما على معدل التركيب الضوئي لخلايا النباتات المصابة من خلال تخفيض كمية الكلوروفيل في الورقة وبالتالي تخفض تركيز الكاربوهيدرات

في النبات المصاب. وهكذا تظهر أعراض الإصفرار المختلفة والموزائيك. وتصاحب عملية التكاثر السريع للفايروسات إستهلاك المواد النتروجيننية التي تدخل في تكوين الأحماض الأمينية وفي تركيب القواعد النتروجينية التي تدخل في تركيب الأحماض النووية للفايروس. كما انها تخفض من تركيز هرمونات النبات، علما ان أي تخفيض أو زيادة في تركيز هذه المواد تكون له عواقب وخيمة على النمو حيث ان هذه المواد تعمل بتراكيز قليلة ضمن تناغم أو هارموني معين. وهكذا تؤدي الإصابات الفايروسية عموما إلى التقزم وتقصير عمر النبات. وتؤثر الإصابات الفايروسية على معدل التنفس كما هو يحصل مع الأمراض المكروبية الأخرى. فعموما يزداد معدل التنفس نتيجة الطلب المتزايد على الطاقة من اجل تلبية الحاجات المتزايدة لتكوين المواد الفايروسية وقد يستمر هكذا لفترة ينخفض بعدها إلى اقل من معدله في الحالة الطبيعية. إن هذه التاثيرات العامة يمكن ان تتغير اشكالها وشدتها حسب تشكيلة الفايروس النبات التي تتاثر بردود الفعل الدفاعية للعائل.

# الفصل الرابع Chapter 4

# كشف وتشخيص الإصابة الفايروسية

# Detection and Identification of Virus Infection

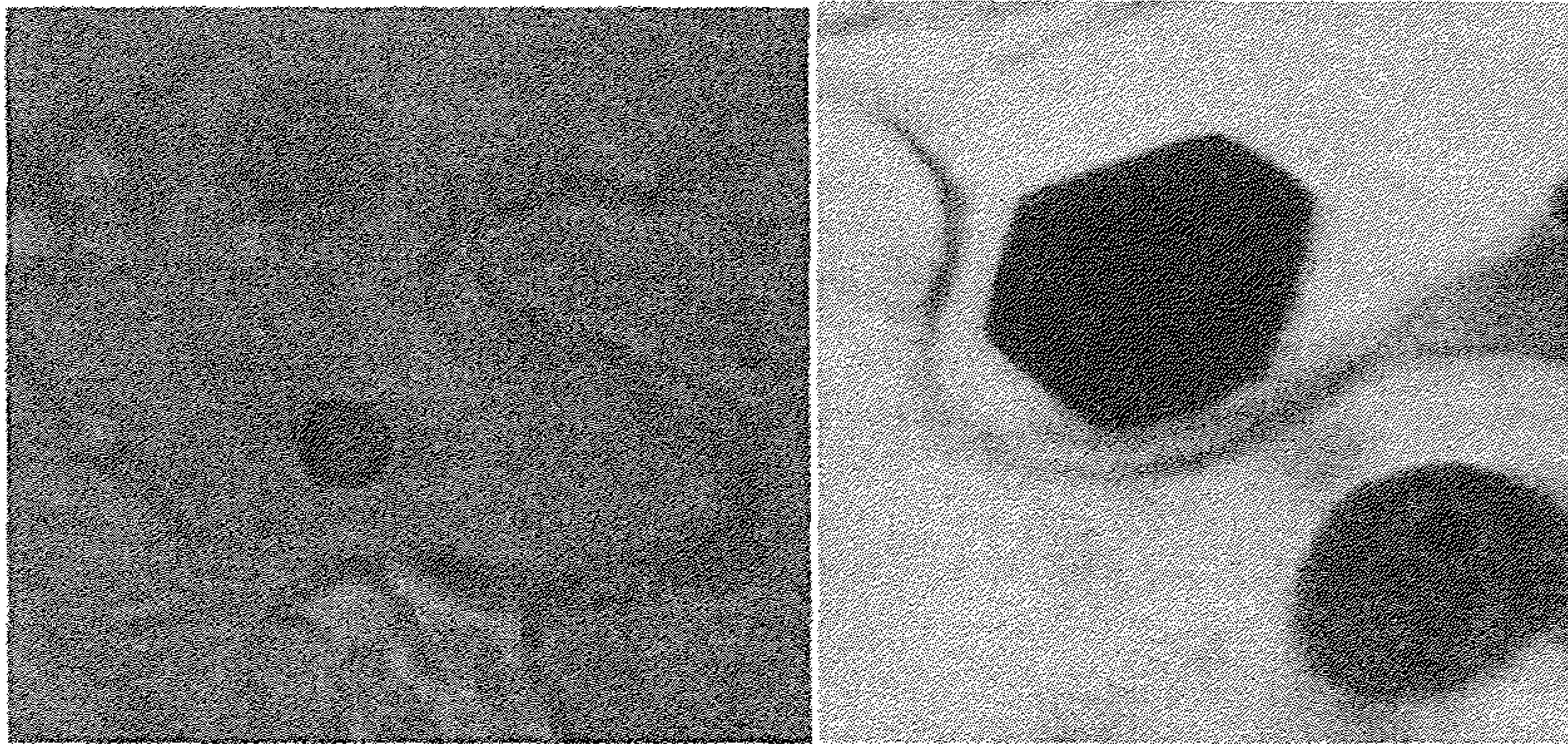
إن تشخيص الإصابة الفايروسية عملية أكثر تعقيدا من تشخيص معظم الإصابات المكروبية الأخرى.

تتطلب عملية التشخيص إستبعاد المسببات البكتيرية والفطرية وغيرها والنجاح في نقل الإصابة إلى نباتات سليمة من نفس النوع أو الأنواع الأخرى وإجراء عدد من الإختبارات المختلفة التي يمكن بمجموعها ان تساعد في تشخيص الإصابة الفايروسية.

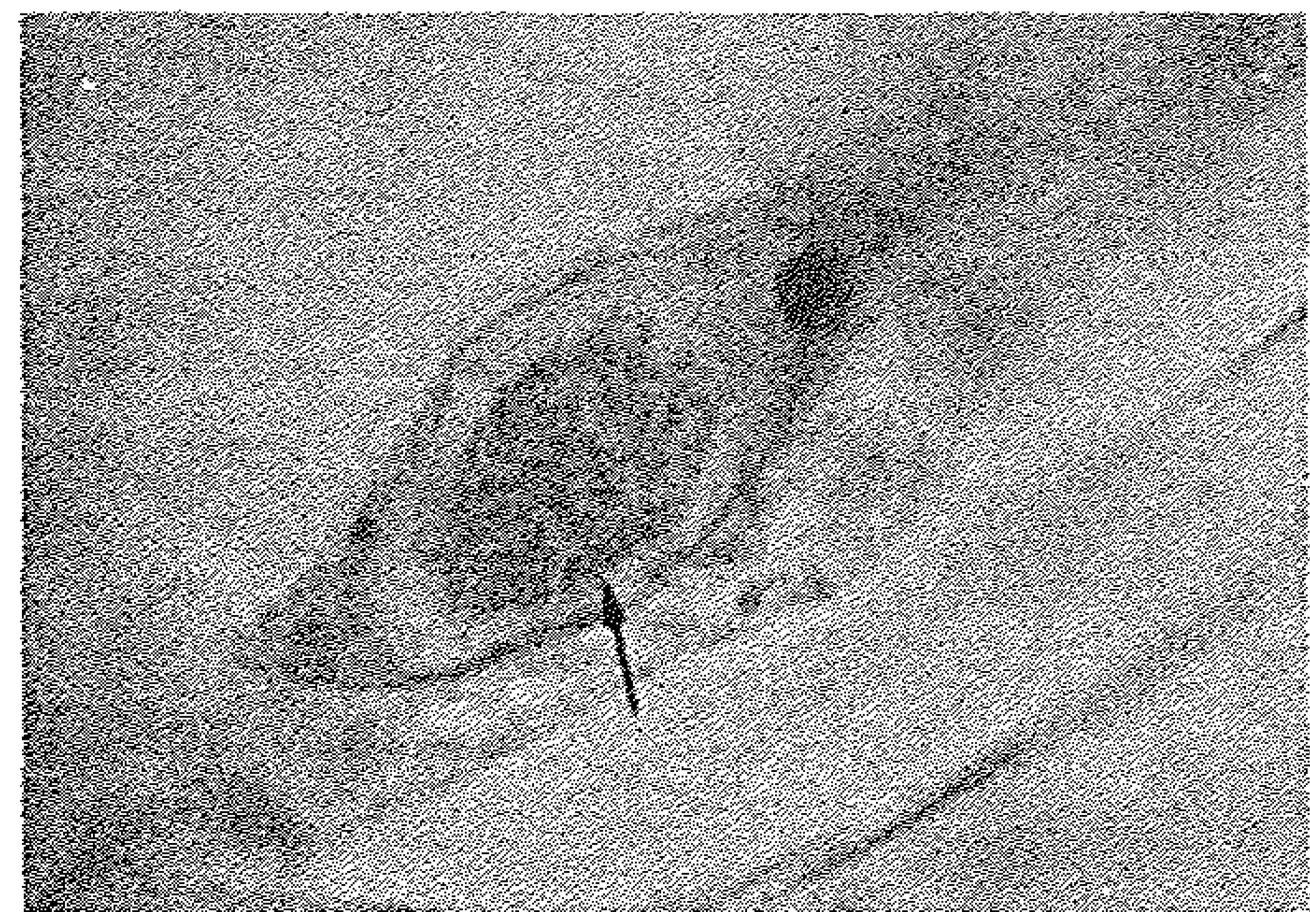
معظم الأعراض المتسببة عن الفايروسات تماثل الأعراض المتسببة عن الطفرات أو عوامل ممرضة أخرى كنقص العناصر الغذائية أو السموم وأذى الحشرات وغيرها. مع ذلك ثمة عدد قليل من الأعراض المميزة لبعض الإصابات الفايروسية كالإصفرار الذي يتخذ شكل ورقة البلوط والبقع النخرية الحلقية. لا يمكن رؤية جسيمات الفايروس باستخدام المجهر الضوئي بسبب صغر حجمها ولكن قد يمكن رؤية المضمنات في الخلايا المصابة الناتجة عن الإصابة الفايروسية. ولكونها تكون باشكال مميزة يمكن الإستدلال بها على حصول الإصابة وكذلك تشخيص جنس الفايروس المسبب لها. لكن مشاهدة جسيمات الفايروس ممكنة باستخدام شرائح لمقاطع نسيجية أو خلوية تحت المجهر الإلكتروني.

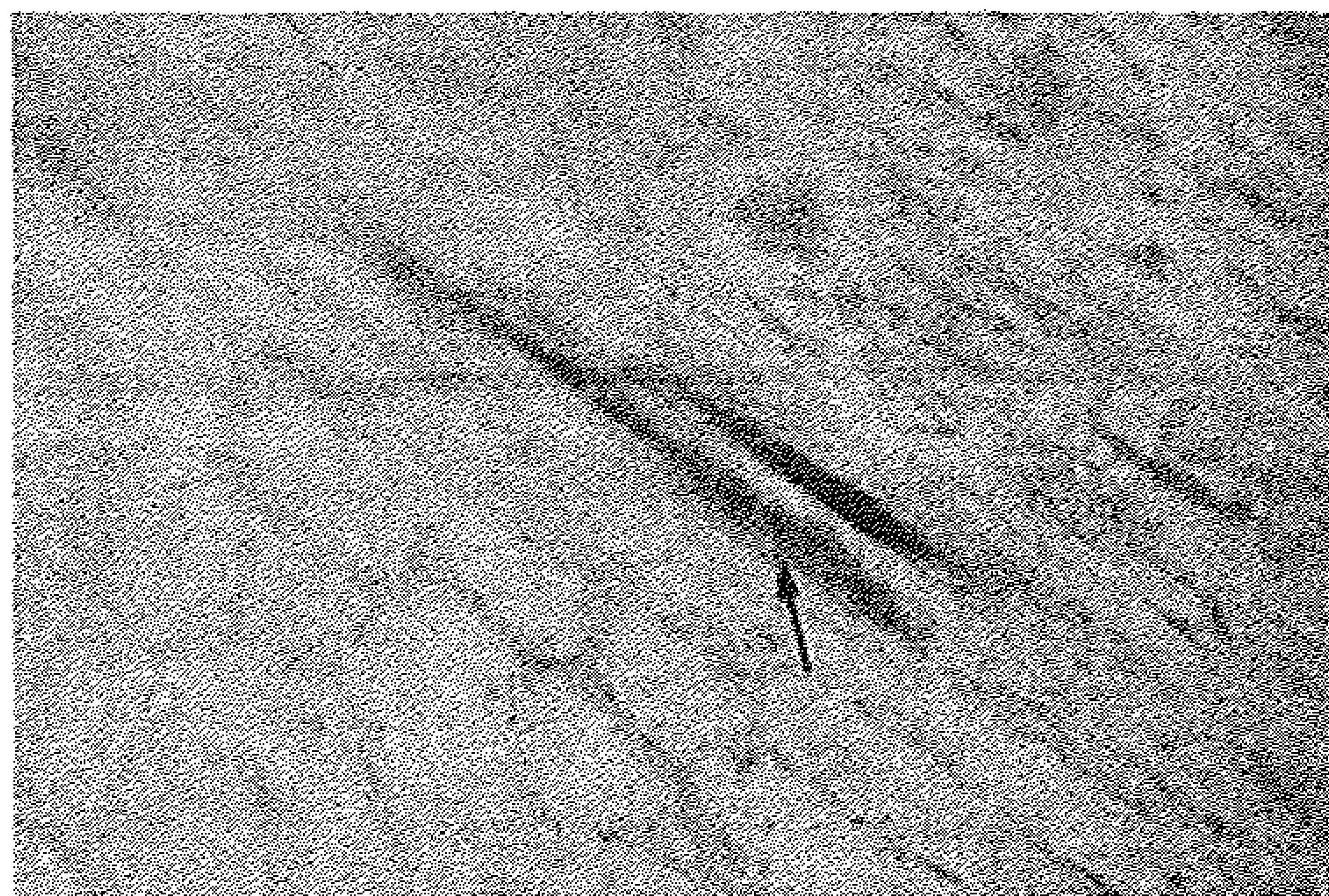
يمكن إجمال طرق تشخيص الإصابات الفايروسية بما يلي :

1. تثبيت اعراض الإصابة حيث ان وجود اعراض مميزة أو شائعة في الإصابات الفايروسية يساعد في عملية التشخيص.



أ ب





ج د

شكل 4.1: المضمنات الخلوية: (أ) مضمنات في خلايا البشرة (ب) مضمنات TMV (ج) مضمنات *Geminivirus* و*Rhibdovirus* في النواة(د) مضمنات *Citrus tristeza virus* في خلايا الأنسجة الناقلة

2. ملاحظة المضمنات الخلوية (Cell Inclusions) في خلايا الاوراق الحديثة المصابة. تحدث الإصابات الفايروسية تكوين مضمنات خلوية مميزة داخل

الخلايا المصابة يمكن ان يستدل بواسطتها على الإصابات الفايروسية. تستخدم صبغة Azure A التي تصبغ الـ RNA باللون الوردي والـ DNA باللون الأزرق وصبغة Orange-green التي تصبغ البروتين من أجل توضيح المضمنات الخلوية (شكل4.1).

3. إستبعاد المسببات البكتيرية والفطرية وغيرها يمهد الطريق إلى إحتمال الإصابة الفايروسية.
4. النجاح في نقل الإصابة ميكانيكيا باستخدام عصارة نبات مصاب " معقمة " بالترشيح أو باستخدام الحامول أو التطعيم أو الحشرات.
5. استخدام النباتات الكاشفة (Indicator Plants). ثمة انواع من النباتات تكون حساسة للإصابة الفايروسية وتظهر أعراض معينة عند إصابتها بنوع معين من الفايروس.
6. المدى العوائلي (Host Range).إن تحديد المدى العوائلي الذي يتضمن الأنواع أو المجاميع التصنيفية من النباتات التي يمكن ان يصيبها الفايروس يمكن ان تساعد في تشخيص الفايروس.
7. الحصول على صور بالمجهر الإلكتروني تبين وجود جسيمات الفايروس أو تظهرها بشكل واضح.
8. الطرق المناعية (Immunological Methods). من اكثر الطرق استخداما وتمتاز بالدقة والسرعة والتحديد النوعي والكمي. من المعروف ان دخول اجسام غريبة بروتينية أو بروتينية شحمية أو كاربوهيدراتية معقدة إلى جسم الحيوان يحفز الجهاز المناعي للجسم على تكوين اجسام مضادة تمسك بهذه المواد في نقاط معينة تسمى محددات مستضدية (Antigenic Determinants) بقصد تقييدها تمهيدا للتخلص منها. إن سطوح المسببات المرضية ومنها الفايروسات تحتوي على العديد من المحددات المستضدية وبالتالي فإن دخولها بصورة طبيعية أو عند حقنها في الحيوان تتكون اجسام مضادة تكون خصوصية لكل محدد منها وبالتالي سيكوّن الدم العديد من الأجسام المضادة المختلفة التي تسمى اجسام مضادة متعددة الكلونة (Multiclonal Antibodies). وإعتمادا على حقيقة ان الخلايا

المعينة من الجسم يمكن ان تنتج نوعا معينا من الأجسام المضادة التي تتفاعل مع محدد واحد من المحددات المستضدية على البروتين، أمكن تحضير أجسام مضادة أحادية الكلونة (Monoclonal Antibodies). إن هذه الأجسام المضادة تكون خصوصية جدا بحيث تتفاعل فقط مع البروتين الذي يحمل المحدد المستضدي المعين. وهكذا يمكن ان يتفاعل مع الفايروسات التي يحمل بروتينها أو غلافها هذا النوع من البروتين بينما لا يتفاعل مع الفايروس الذي يحمل بروتين لا يمتلك ذلك المحدد المستضدي. بذلك يمكن تمييز أنواع الفايروسات بل سلالات الفايروس الواحد بهذه الطريقة.

وإعتمادا على هذا المبدأ وجدت كشوفات مناعية مختلفة :

**أ . كشف الترسيب (Precipitin Test)**

يعتمد على مزج الأجسام المضادة والمستضد (الفايروس) حيث يحصل ترسب دلالة على تفاعل الأجسام المضادة مع مستضد الفايروس. ومن خلال استخدام اجسام مضادة عديدة لفايروسات معروفة يمكن تشخيص الفايروس المجهول الذي يظهر الترسيب.

**ب . إختبار الانتشار الجيلي (Gel Diffusion Test)**

حيث يسمح للمستضد (الفايروس) وللأجسام المضادة المختلفة بالانتشار نحو بعضها خلال جيل الأكاروز، عند تلاقي جسم مضاد يتفاعل مع المستضد ستظهر حلقة بيضاء وبذلك يشخص الفايروس.

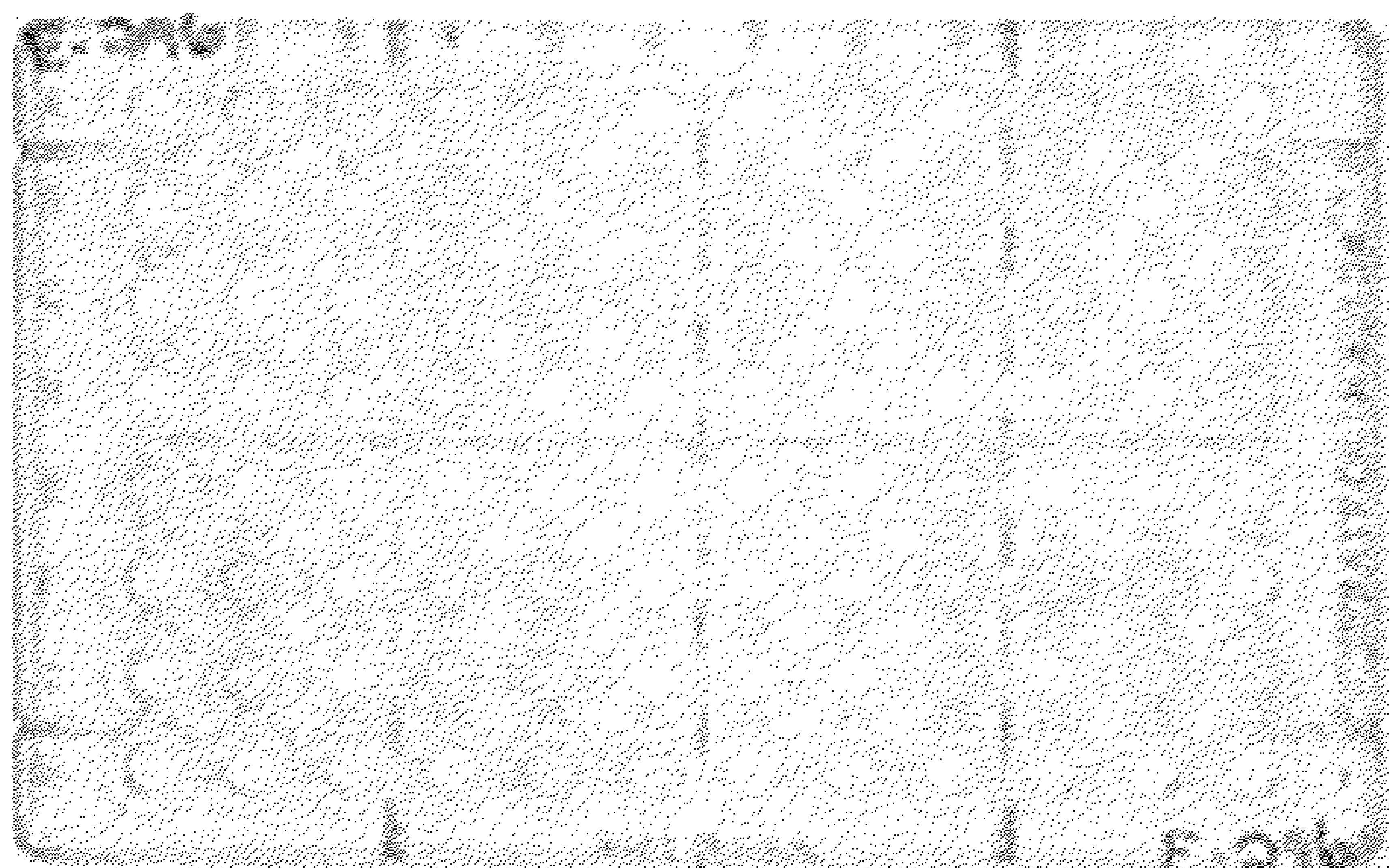
**ج . تفاعل التلازن (Aglutination Reaction)**

وفيه تحمل المستضدات على جسيمات بالإدمصاص وتضاف الأجسام المضادة. تشخص الفايروسات حسب الجسم المضاد الذي يحدث تفاعل وترسيب للفايروس.

**د . إختبار ألايزا (ELISA Test)**

والتسمية هي إختصار للإمتصاص المناعي للإنزيم المرتبط ( Enzyme Linked Immunosorbent Assay). ثمة شكل من الإختبار يسمى الايزا المباشر ( Direct

ELISA) وفيه تملأ إلى النصف وتفرغ حفر طبق الإختبار على التوالي بالمواد التالية: الأجسام المضادة للفايروس ثم مستحضر الفايروس أو عصارة النبات المصاب به ثم الأجسام المضادة للفايروس والذي يحمل إنزيم معين ثم المادة الأساس للإنزيم الذي يعمل عليها الإنزيم ويمكن ان تغير اللون وهذه لا تفرغ. إن ظهور لون بعد 30 إلى 60 دقيقة يشير إلى وجود الفايروس وإن كثافة اللون تكون مقياسا لتركيز الفايروس في النموذج. إن لهذا الإختبار اشكال واستخدامات متعددة في تشخيص الأحياء الدقيقة الأخرى والسموم الخ. (شكل4.2).



شكل 4.2: إختبار ELISA الحفر الصفراء تشير إلى وجود الفايروس

**هـ . إختبار الإمتصاص المناعي في المجهر الإلكتروني ( Imunosorbent Electron Microscopy)**

يستخدم للكشف عن الفايروسات في التراكيز المنخفضة. تحمل الشريحة بالاجسام المضادة للفايروس ثم يضاف مستحضر الفايروس حيث تقوم الأجسام المضادة بتركيز جسيمات الفايروس عليها مما يسهل رؤيتها بالمجهر الإلكتروني.

**و . الصبغ المناعي المومض (Immunoflorescent Staining)**

تثبت مقاطع الورقة أو الخلايا الكاملة أو مقاطعها بالأسيتون أو غيره من

المذيبات العضوية. تعامل المقاطع بأجسام مضادة للفايروس كانت قد وسمت بمادة مومضة تحت الأشعة فوق البنفسجية مثل Florescein isothiocyanate. عند وجود الفايروسات في المقطع أو الخلية أو أي جزء منها فإنها ستقتنص الأجسام المضادة الموسومة. وعند فحصها بالمجهر المجهز بالأشعة فوق البنفسجية ستومض الأجزاء المحتوية على الفايروس.

8 . الطرق الجزيئية المعتمدة على مقارنة تتابعات RNA وDNA.

إن هذه الطرق اصبحت الأكثر استخداما لتشخيص النماذج الحية المختلفة بما فيها تشخيص الأنواع وإيجاد علاقات القربى بين المجاميع التصنيفية بمختلف المستويات للأحياء المختلفة ومنها الفايروسات. إن هذه الطريقة مكنت وتمكن من بناء نظم تصنيف تعتمد على النمو التطوري للأحياء وهذه النظم تختلف عن جميع النظم التي تعتمد المظهر الخارجي أو الداخلي أو ردود أفعال الأحياء الأخرى والتي تحمل الكثير من المنطلقات الإصطناعية.

# الفصل الخامس Chapter 5

# اعراض الإصابات الفايروسية

## Symptoms of Viral Infections

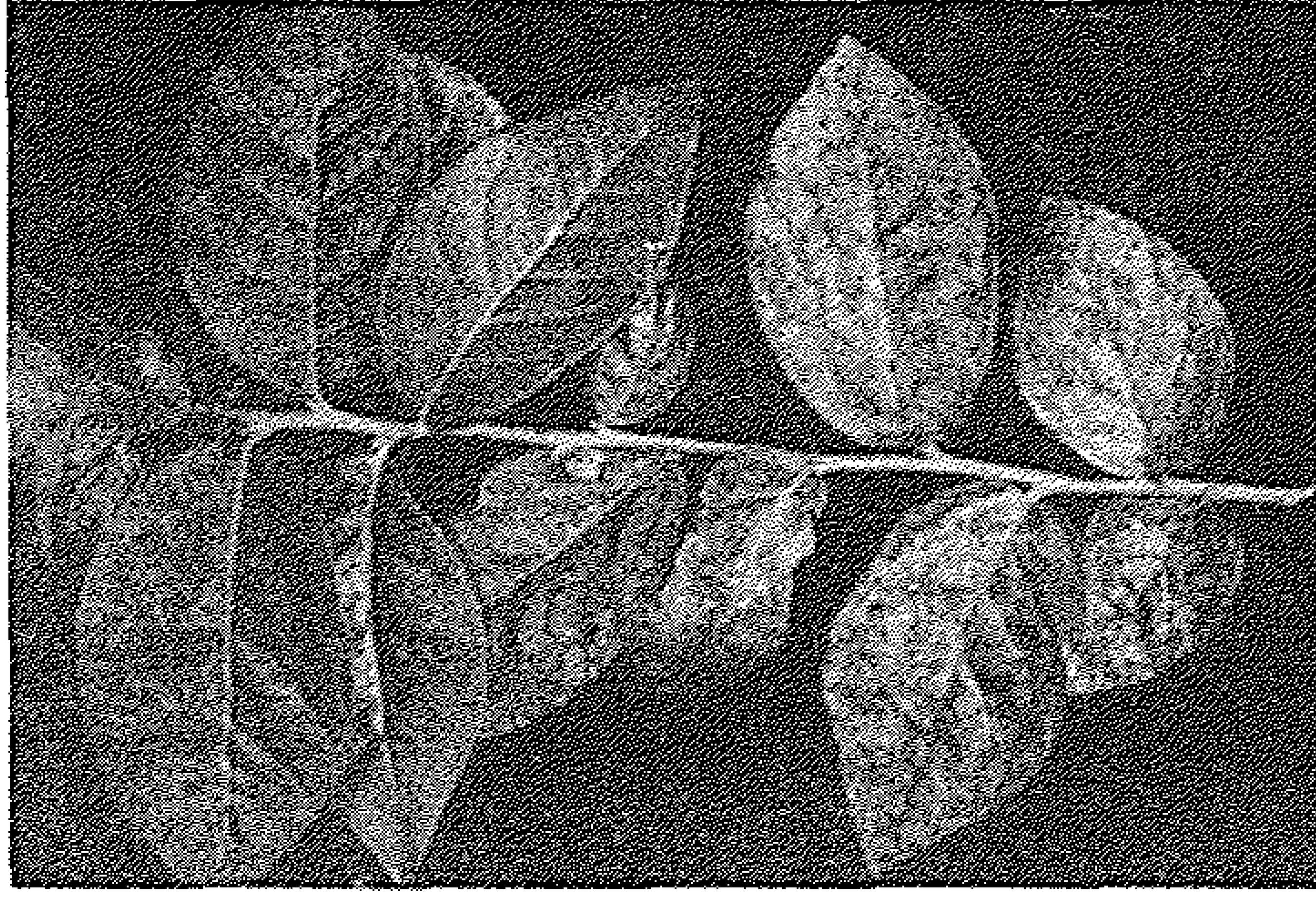
تؤدي الإصابات الفايروسية إلى تاثيرات فسلجية عديدة كما اشرنا سابقا مما يؤدي تراكمها إلى ظهور الأعراض المرضية على النبات المصاب بعد فترة حضانة تختلف مدتها مع إختلاف نوع وسلالة الفايروس ونوع النبات وصنفه والظروف البيئية السائدة.

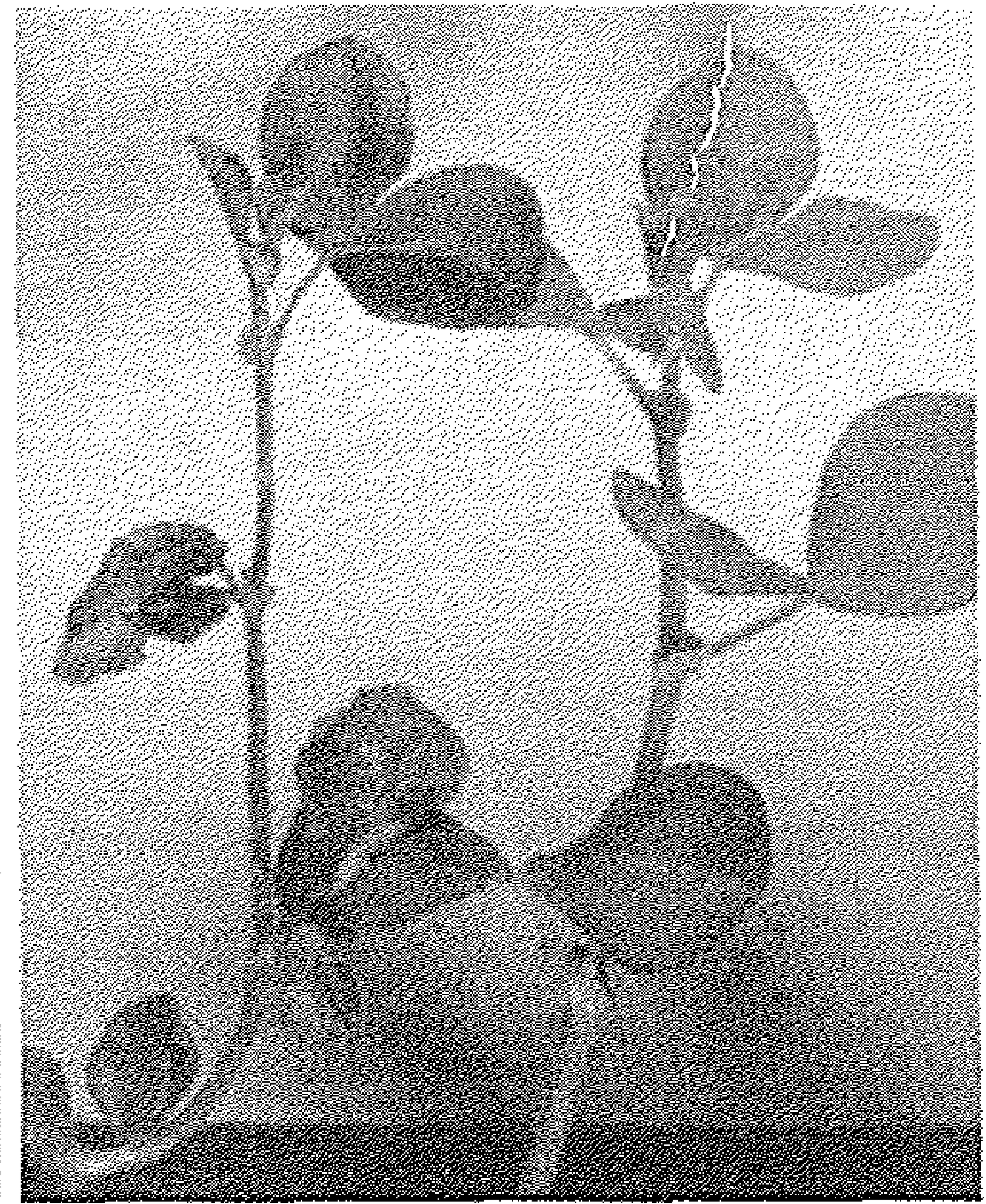
يمكن تقسيم أعراض الإصابات الفايروسية على النبات كما يلي :

اولا – التغير في اللون .

1 . التبرقش (Mottling): وتعني ظهور لون غير طبيعي على الورقة يمكن أن يكون فاتحا أو داكنا أو أن تكون البقع نخرية (Necrotic) مكونة من نسيج ميت أو أن تكون مثل هذه البقع منتشرة فتحصل اعراض نخرية جهازية (Systemic Necrosis) (شكل5.1).

2 . أعراض الموزائيك (Mosaic): تتمثل الأعراض بظهور مناطق خضراء فاتحة أو صفراء مع مناطق ذات لون طبيعي أو داكن (شكل5.2).

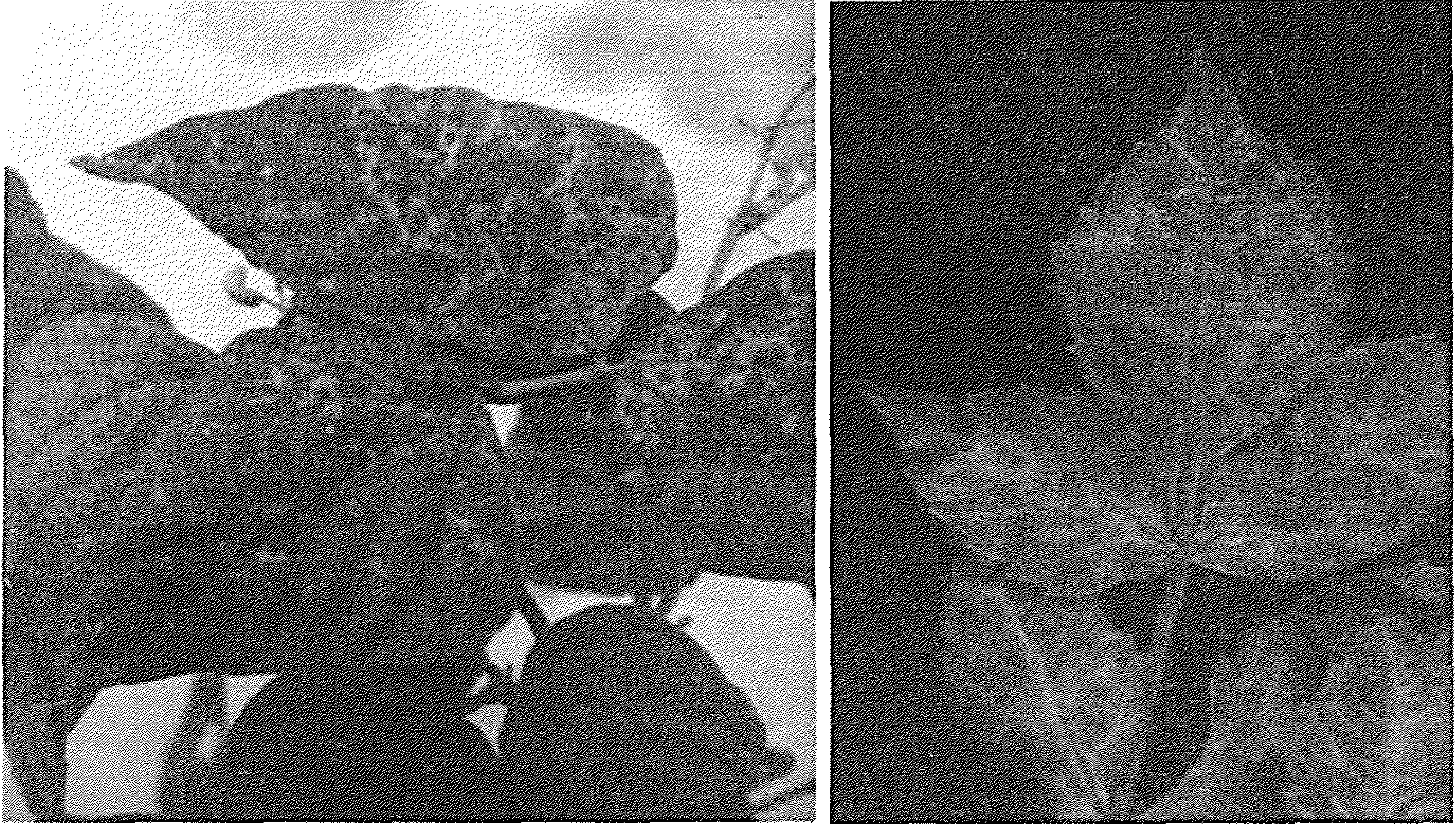



شكل 5.1: أعراض التبرقش الأصفر على ورقة نبات البطاطا المتسبب عن فايروس *Potato mop-top virus*(أعلى يمين) وفايروس *Blueberry Mosaic Virus* (أعلى يسار) والتبرقش الداكن المتسبب عن *Cherry Rusty Mottle Virus* (أسفل يسار) والنخرية الجهازية بفايروس *alfalfa mosaic virus* على الباقلاء(اسفل يمين)

عن: (Scottish Crop Research Institute) وRalph S. Byther

http://plant-disease.ippc.orst.edu/image.cfm?RecordID=884 و Siegfried.Huss
http://www.boku.ac.at/iam/pbiotech/phytopath/v_crm.html

http://www-intranet.angers.inra.fr/dossiers/virus/photos/VY2.jpg



شكل 5.2: أعراض الموزائيك على اوراق نبات الداليا المصاب بفايروس *dahlia mosaic virus*(يمين) وعلى الفاصوليا المصاب بفايروس *bean yellow mosaic virus*

عن: http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/beanbymv.html

و http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/dahldmv.html



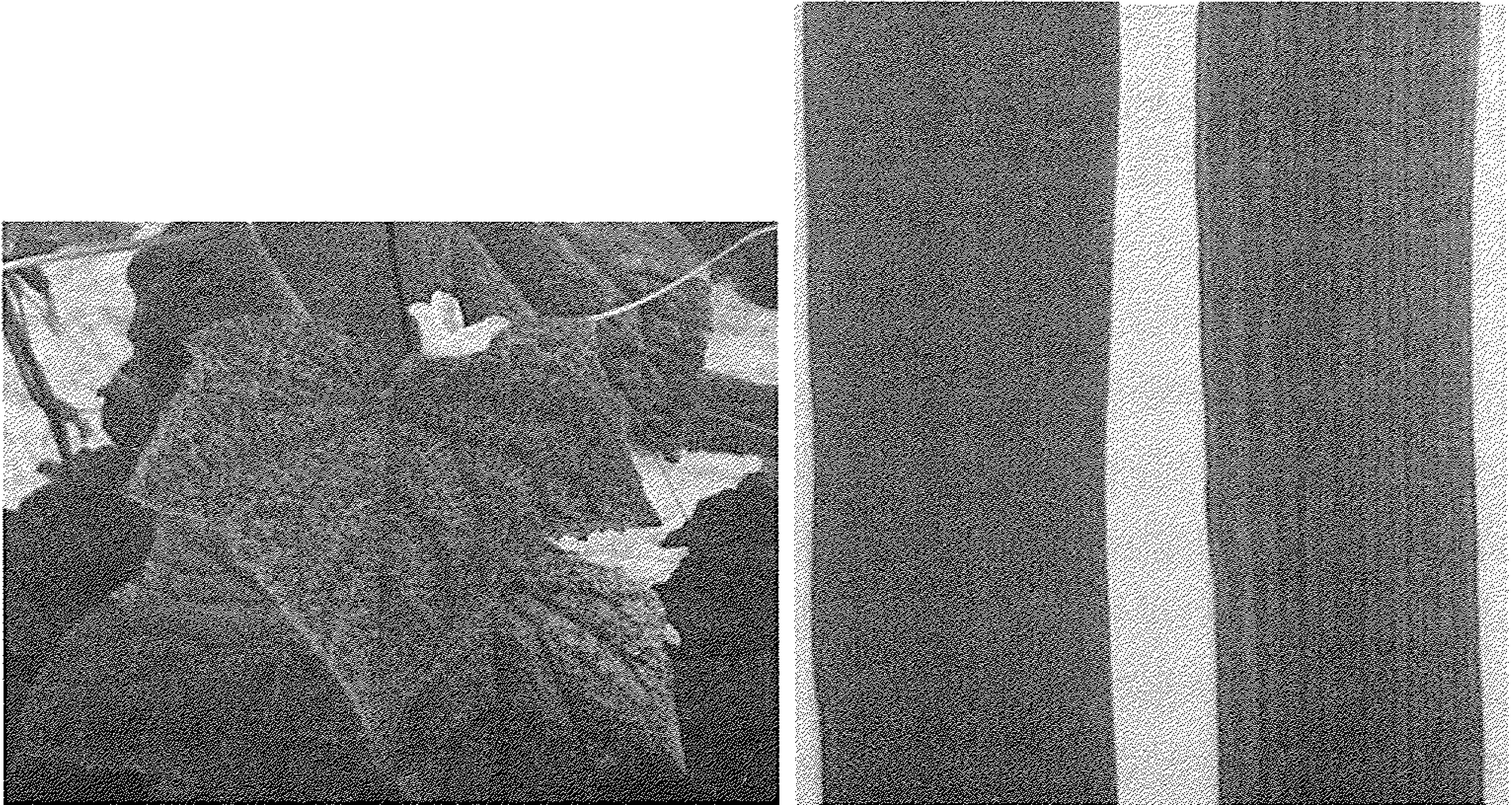
شكل 5.3: أعراض الإصفرار الخفيف على اوراق البصل المصاب بفايروس *onion yellow dwarf virus*(يسار جنبه نبات سليم) وإصفرار شديد على الخس المصاب بفايروس *lettuce infectious yellows virus*

عن: http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/cepaoydv.html

و Jack Kelly Clark. http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/L/D-CC-LIYV-FS.006.html

3 . أعراض الإصفرار (Chlorosis): تنتج هذه الأعراض عن إنخفاض تركيز الكلوروفيل في الاوراق. ويمكن ان تتدرج الأعراض بين الخفيفة إذا كان لون الاوراق فاتح أو شديدة إذا كان لونها اصفر. وعادة ينتشر الإصفرار من طرف الورقة نحو القاعدة (شكل5.3).

4 . أعراض شفافية العروق (Vein Clearing) أو تحزم العروق ( Vein Banding) يحصل نتيجة إصفرار الخلايا خصوصا المحيطة بالعروق فتكون العروق واضحة وقد يكون الإصفرار عاما في الورقة واقل في مناطق العروق فتظهر العروق داكنة أو محزمة (شكل5.4).

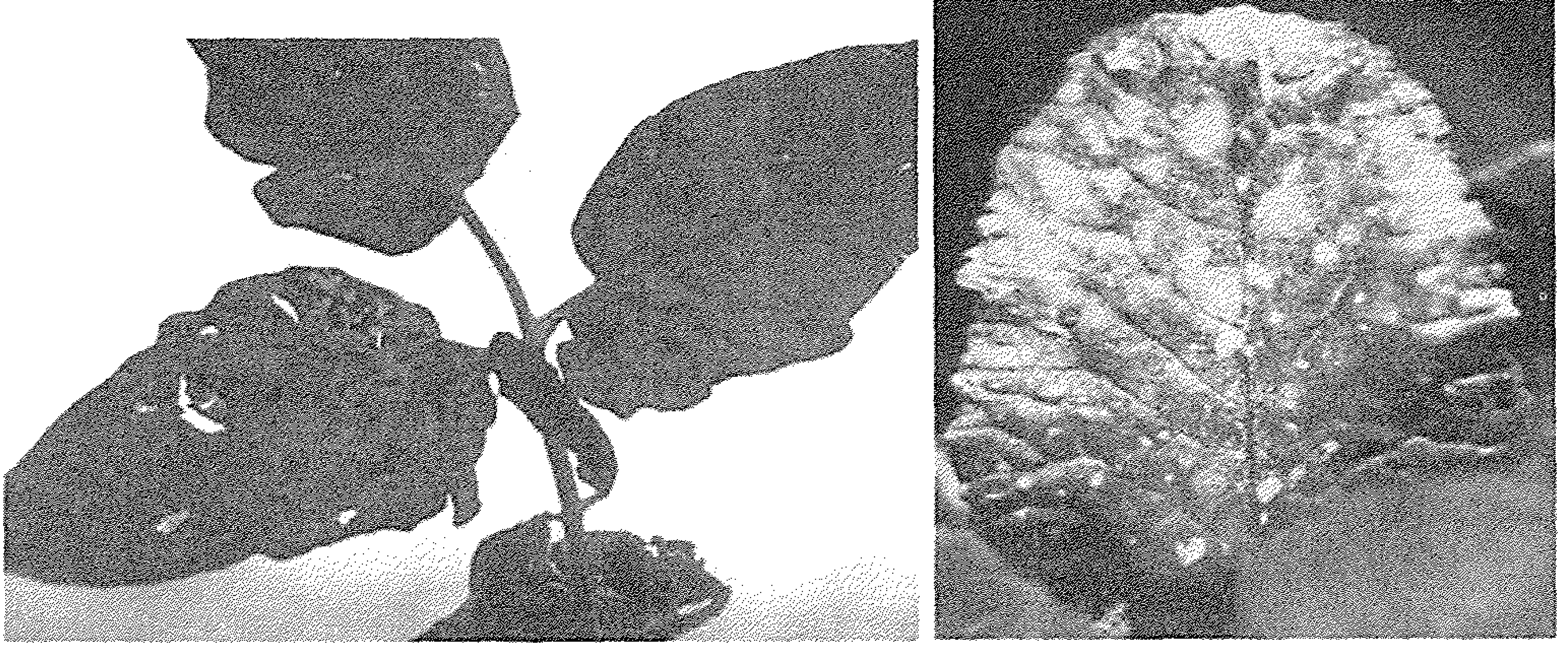


شكل 5.4: أعراض شفافية أو تحزم العروق على اوراق الشوفان المصابة بفايروس *Festuca leaf streak virus* (يمين جنبه ورقة سليمة) وعلى اوراق الخيار (يسار)

عن: http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/oatflsv.html
وhttp://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Bemisia_tabaci/CVYV_s_pepino.jpg

5 . أعراض التبقع (Spot) عندما تظهر مجموعة من الخلايا اعراضا فإنها تكون

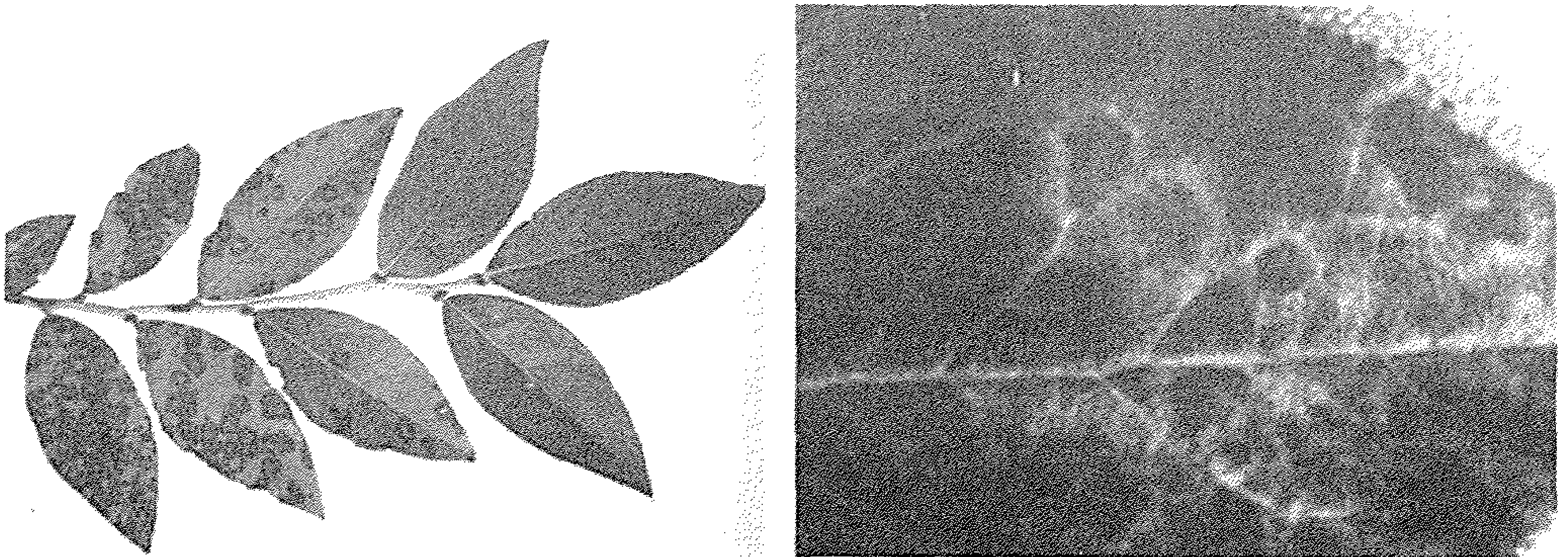
بشكل بقعة وهذه البقع يمكن ان تكون مصفرة أو نخرية (شكل5.5). وأحيانا تاخذ شكل الحلقة فتسمى تبقع حلقي (Ring Spot) (شكل5.6 و5.7).



شكل 5.5: أعراض التبقع الأصفر (يمين) والتبقع الداكن المتسبب عن الفايروس *tomato spotted wilt virus* (يسار)

عن: http://www.lfl.bayern.de/ips/gartenbau/03649/primel_poster.jpg

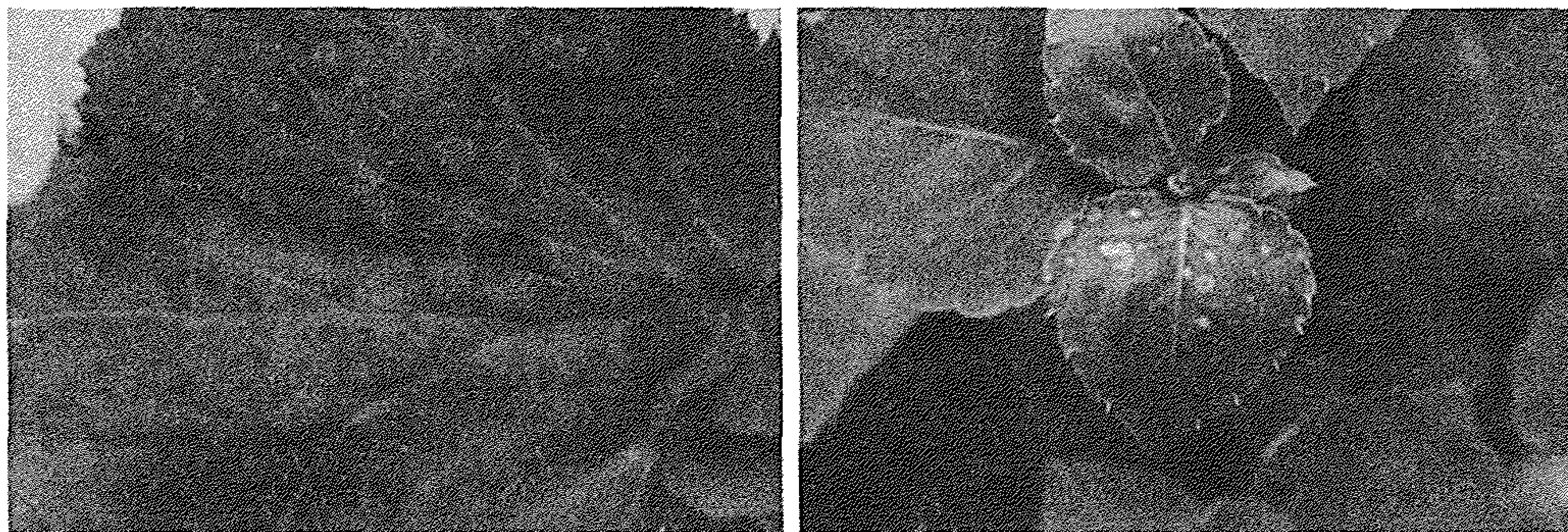
وhttp://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/T/D-TO-TSWV-FO.001.html



شكل 5.6: اعراض التبقع الحلقي على ورقة المشمش المصابة بفايروس *plum pox virus* (يمين) واعراض التبقع المتسببة عن *Blueberry red ringspot virus* (يسار)

عن: -http://ppvbooklet.cas.psu.edu/apricots/slides20

وhttp://www.dpvweb.net/dpv/showfig.php?dpvno=327&figno=01

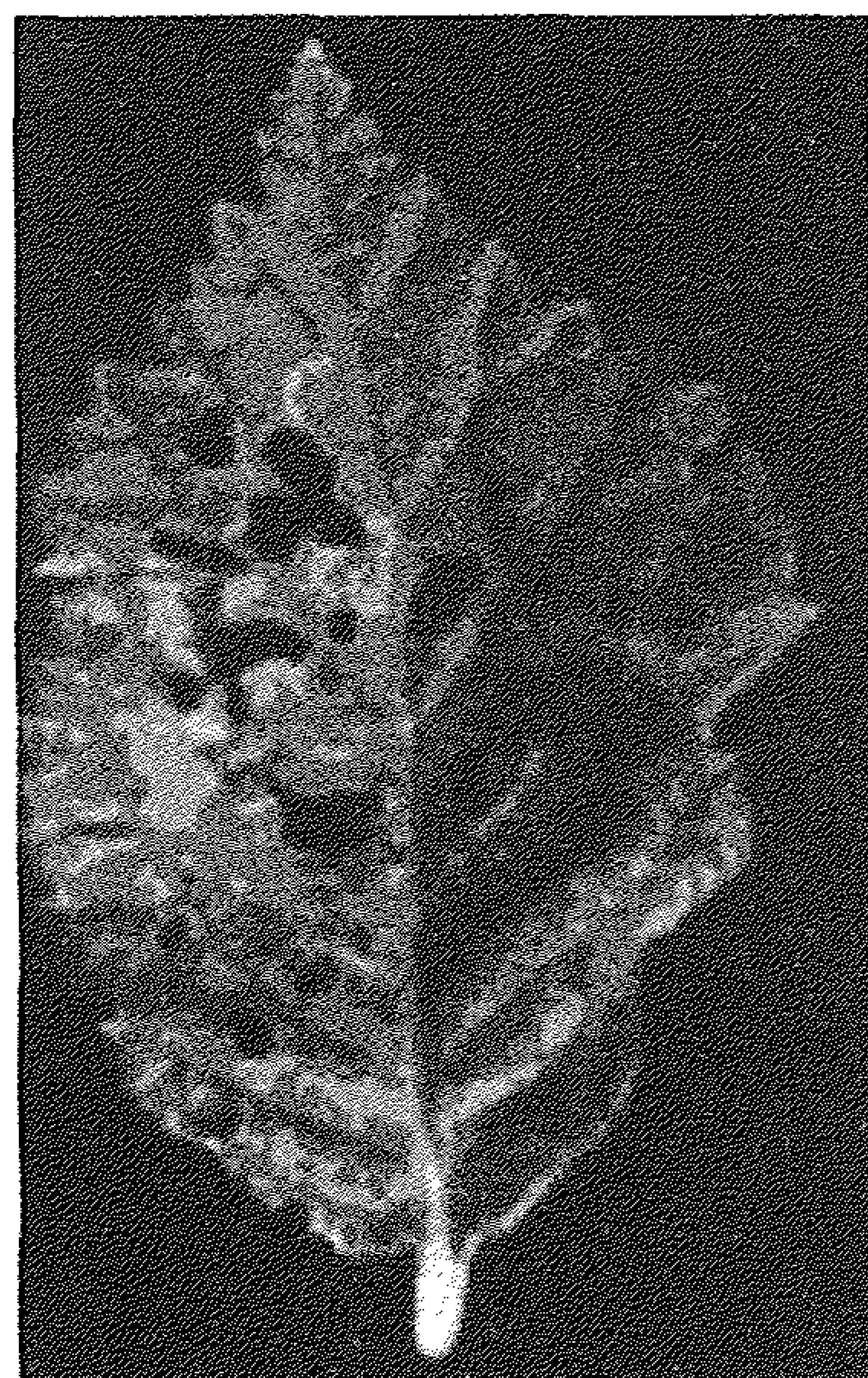


شكل 5.7: أعراض التبقع الحلقي النخري المتسبب عن *impatiens necrotic spot virus* (يمين) وعلى البقونيا (يسار)

عن: http://www.agdia.com/cgi_bin/slideshow.cgi/7.1.105640277196074

وhttp://www.agdia.com/cgi_bin/slideshow.cgi/10.1.105640284296905

6 . أعراض التثقب (Shoothole): نتيجة تكون البقع النخرية الميتة وإنفصالها وسقوطها نشأ أعراض التثقب (شكل5.8).



شكل 4.8: تثقب الأوراق نتيجة سقوط البقع النخرية

عن:

http://nrsp5.prosser.wsu.edu/tomentosa_nrsv.jpg

## ثانيا – تغير اشكال الاوراق

1 . إلتفاف الاوراق (Leaf Rolling): يلتف نصل الورقة حول العرق الوسطي معطيا درجات مختلفة من الشكل الإنبوبي (شكل5.9).




شكل 5.9: إلتفاف اوراق نبات البطاطا نتيجة الإصابة بفايروس potato leafroll virus

عن: (T.A. Zitter, Cornell University, Ithaca, NY)

http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Impt_Diseases/Potato/Pot_Leaf.htm



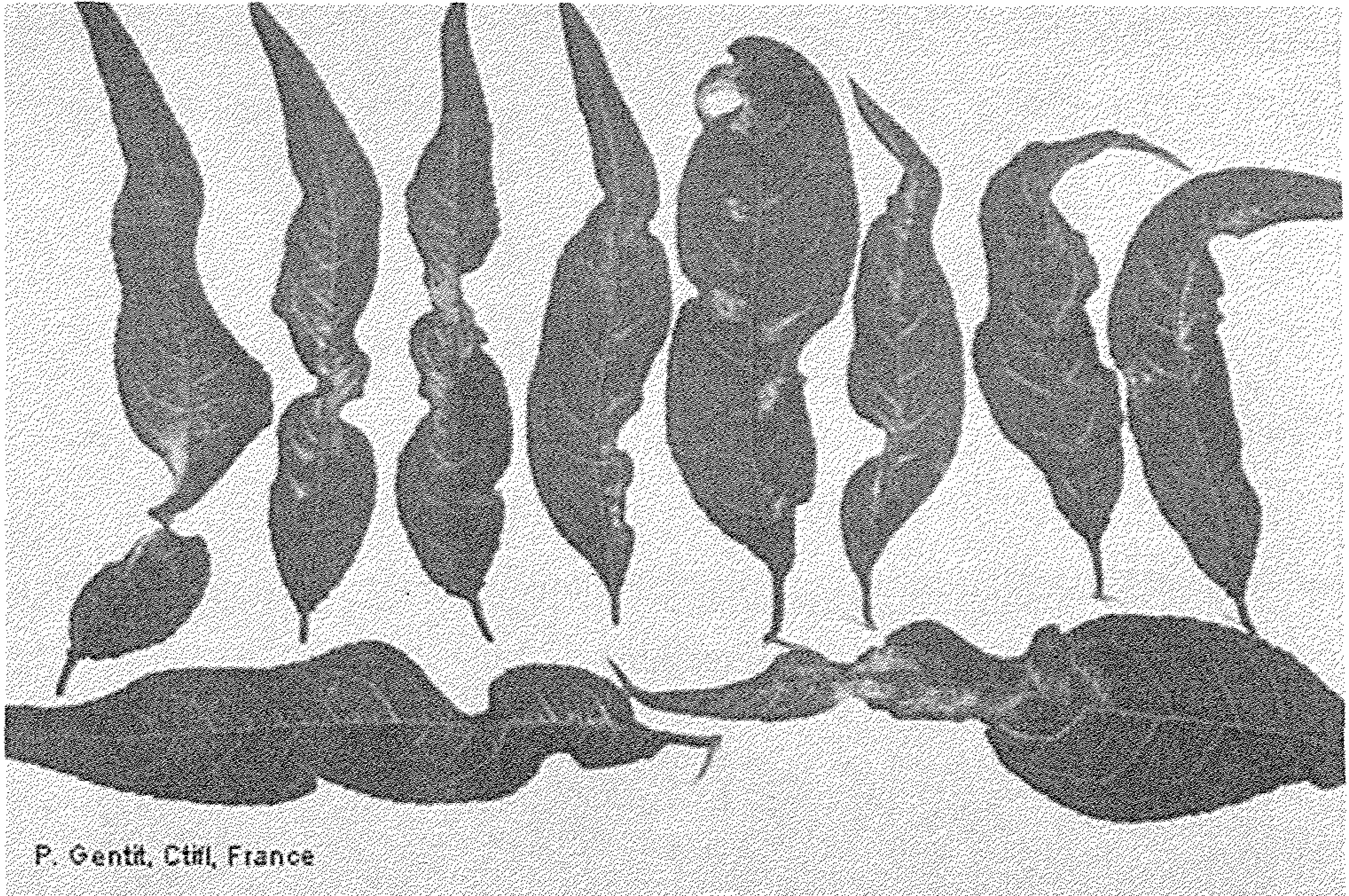
شكل 5.10: اعراض تجعد الاوراق في القطن المتسبب عن الفايروس CLCrV (يمين) واعراض الإلتفاف والتجعد معا على *Nicotiana benthamiana* المصاب بفايروس TPCTV

عن: http://ag.arizona.edu/~zxiong/cgfig3.html

و http://www.dpvweb.net/dpv/showfig.php?dpvno=395&figno=01

2 . تجعد الاوراق (Leaf Curling): وهو الإلتفاف غير المنتظم لأجزاء الورقة. ويمكن أن يترافق إلتفاف الاوراق وتجعدها معا (شكل5.10).

3 . تشوه الاوراق (Leaf Distortion): وهو النمو والمظهر غير الطبيعي للاوراق (شكل5.11).

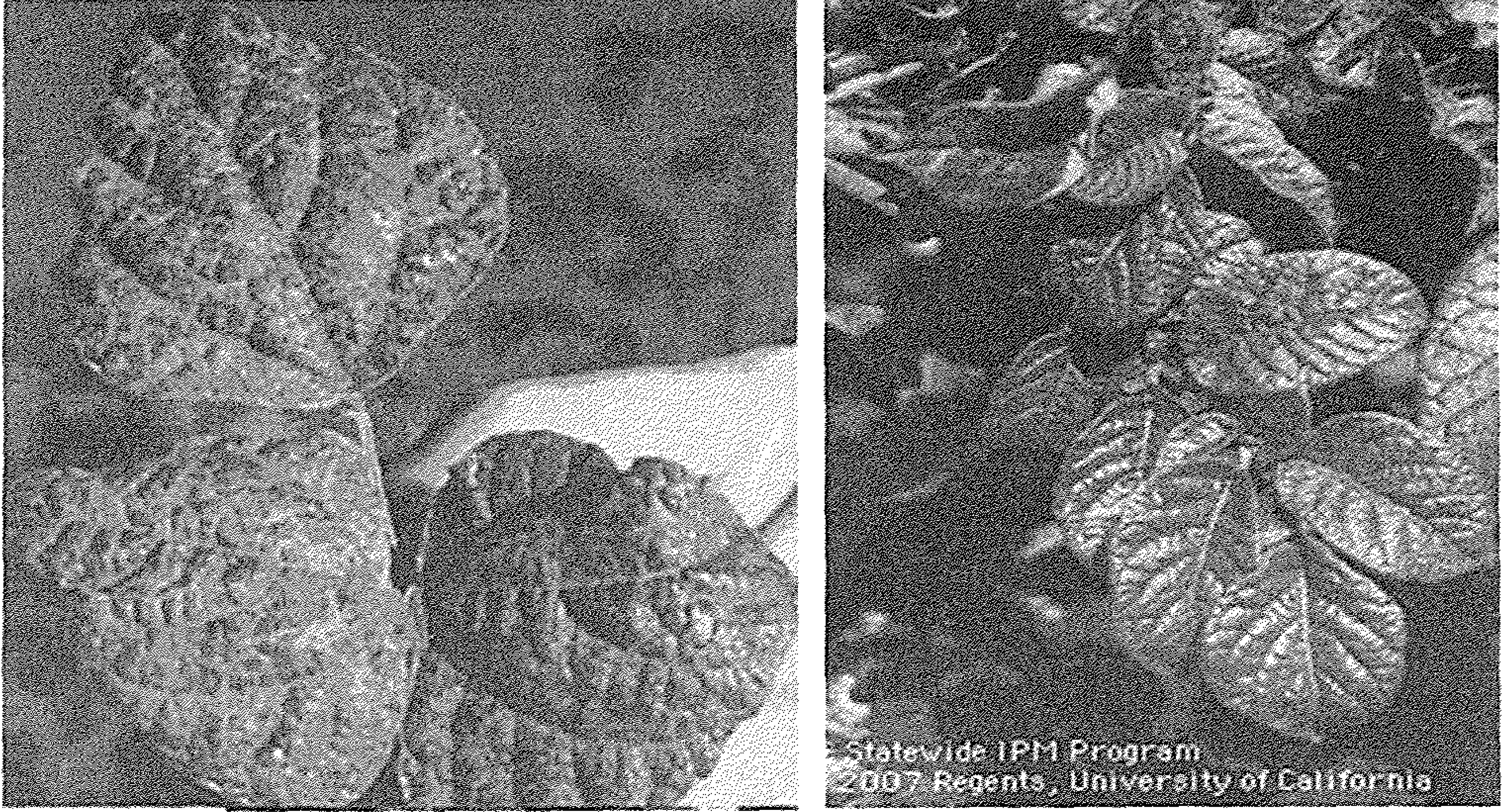



شكل 5.11: تشوهات مختلفة في اوراق الخوخ الكاشف GF305 نتيجة الإصابة بفايروس PPV-M

عن: P. Gentit, Ctifl, France.

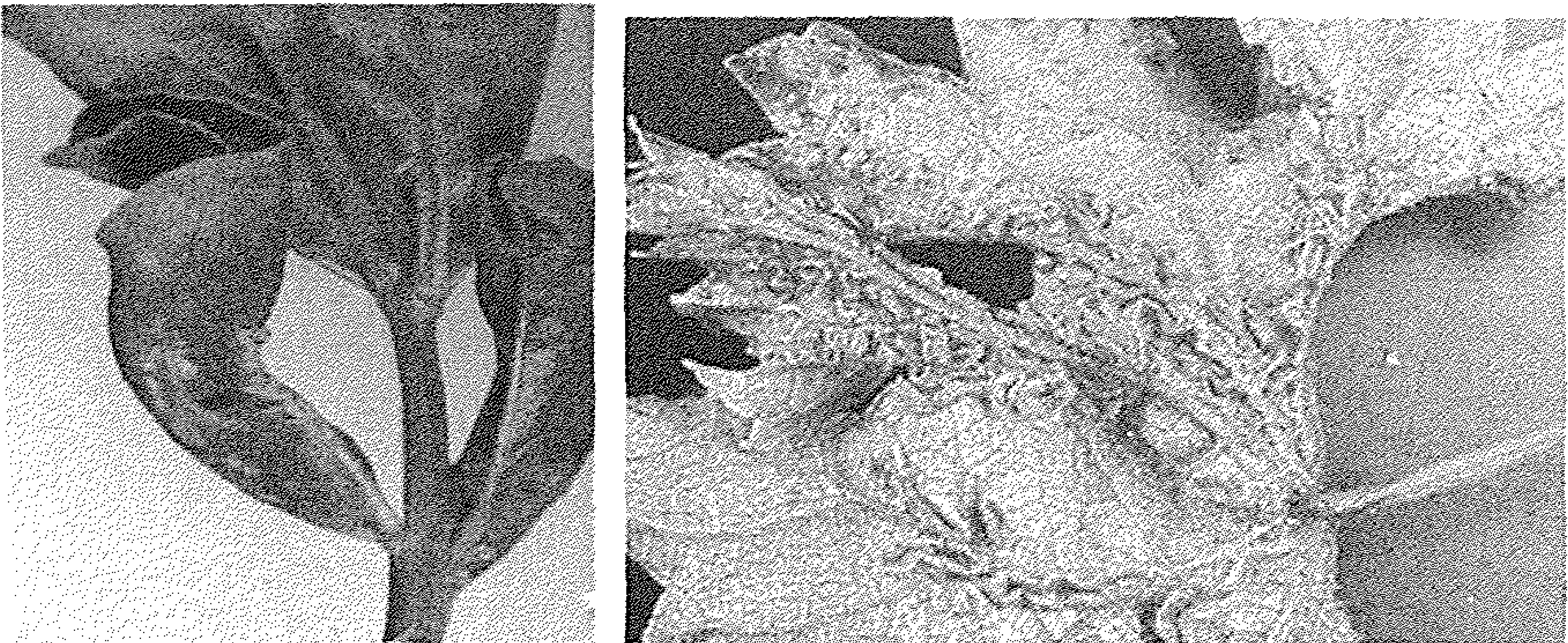
http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Gallery/img039.htm

4 . التخشن (Rugose): التخشن ينتج عن تشوه النمو لأنسجة الورقة ويظهر بشكل نموات ناتئة (Crinkling) أو فقاعية (Puckering) (شكل5.12).




شكل 5.12: أعراض التخشن على اوراق البطاطا المصابة بفايروس *potato viruses X* and Y (يمين) وعلى اوراق الفاصوليا المصابة بفايروس *bean yellow mosaic virus* (يسار)

عن: http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/P/D-PO-POMV- Jack Kelly Clark FO.029.html و-http://www.apsnet.org/education/IllustratedGlossary/PhotosN R/rugose.htm



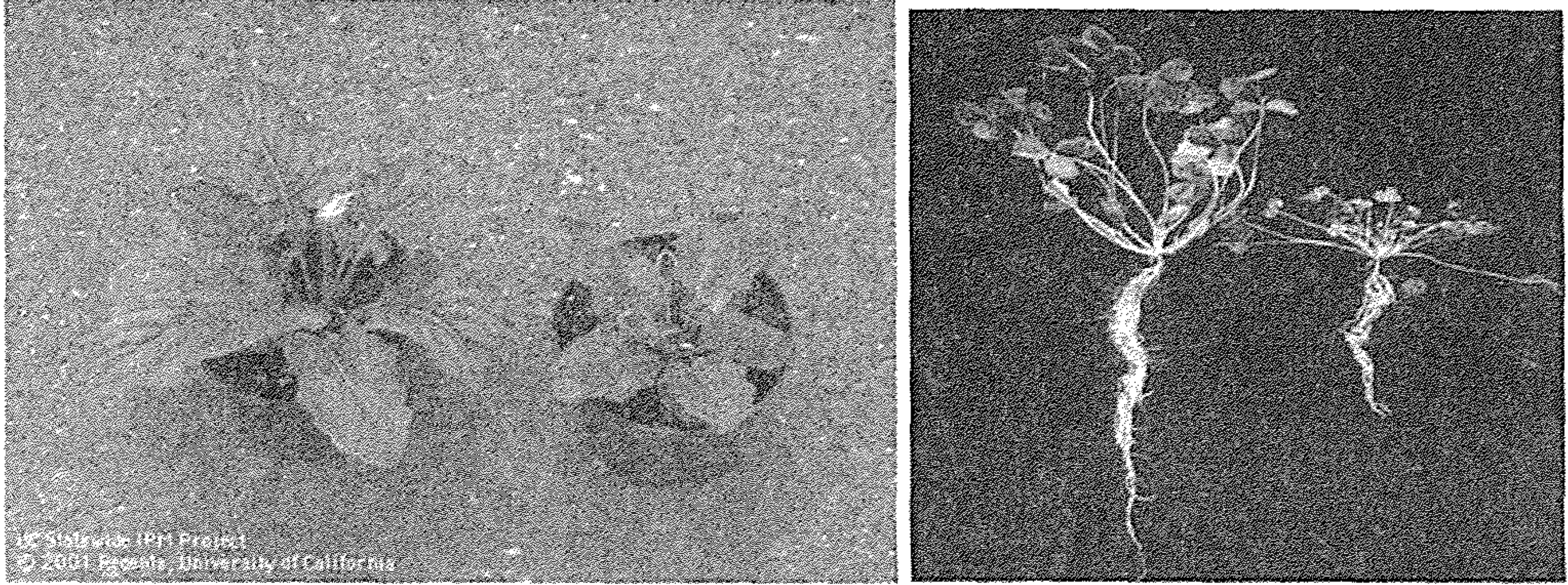
شكل 5.13: أعراض تضخم العروق على اوراق العنب(يمين) وعلى الباقلاء المصاب بفايروس *pea enation mosaic virus*(يسار)

عن: http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/broapemv.html

وhttp://www.apsnet.org/education/IllustratedGlossary/PhotosE-H/enation.htm

5 . تضخم العروق (Enation): يمكن أن تظهر عروق الأوراق المصابة ببعض انواع الفايروسات تضخما في عروقها (شكل5.13).

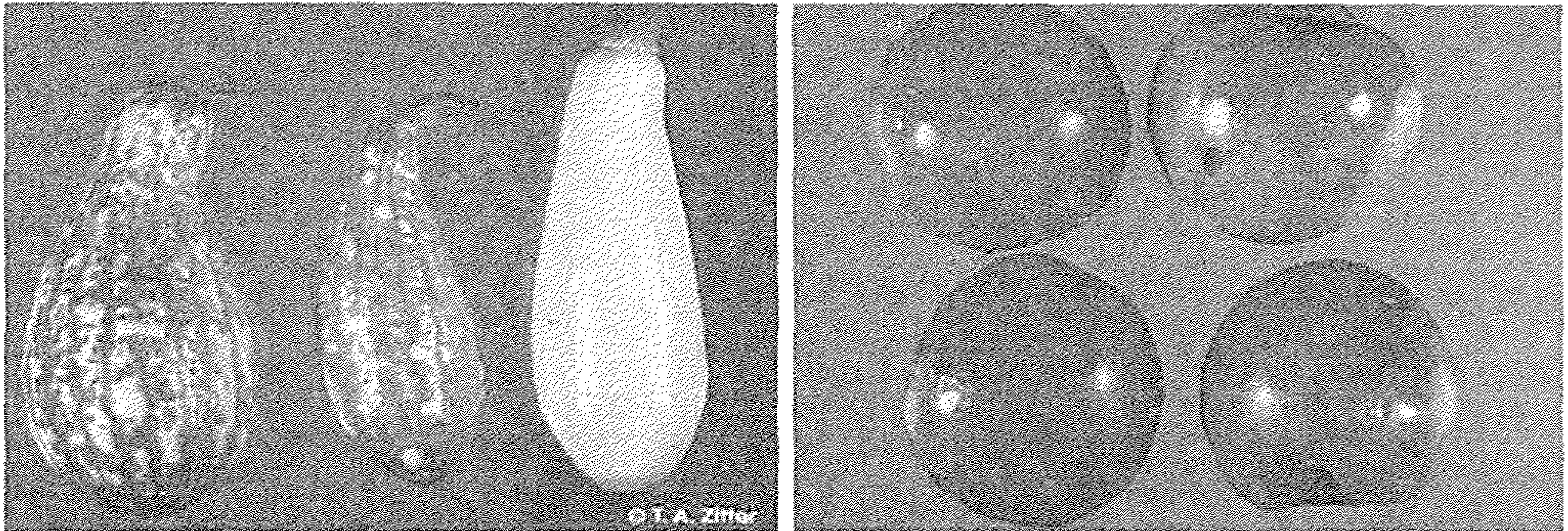
6 . أعراض التقزم (Dwarf or Stunting) تظهر النباتات المصابة قصيرة الساق والجذور نتيجة تغير معدل النمو بسبب الإختلالات الهرمونية (شكل5.14).



شكل 5.14: أعراض التقزم على نباتات البرسيم بفايروس *clover stunt virus* (يمين) ونباتات الطماطة المصابة بفايروس *tomato spotted wilt virus* (يسار جنبه نبات سليم)

عن: http://www.dpvweb.net/dpv/showfig.php?dpvno=396&figno=01

وhttp://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/T/D-FL-TSWV-FO.018.html



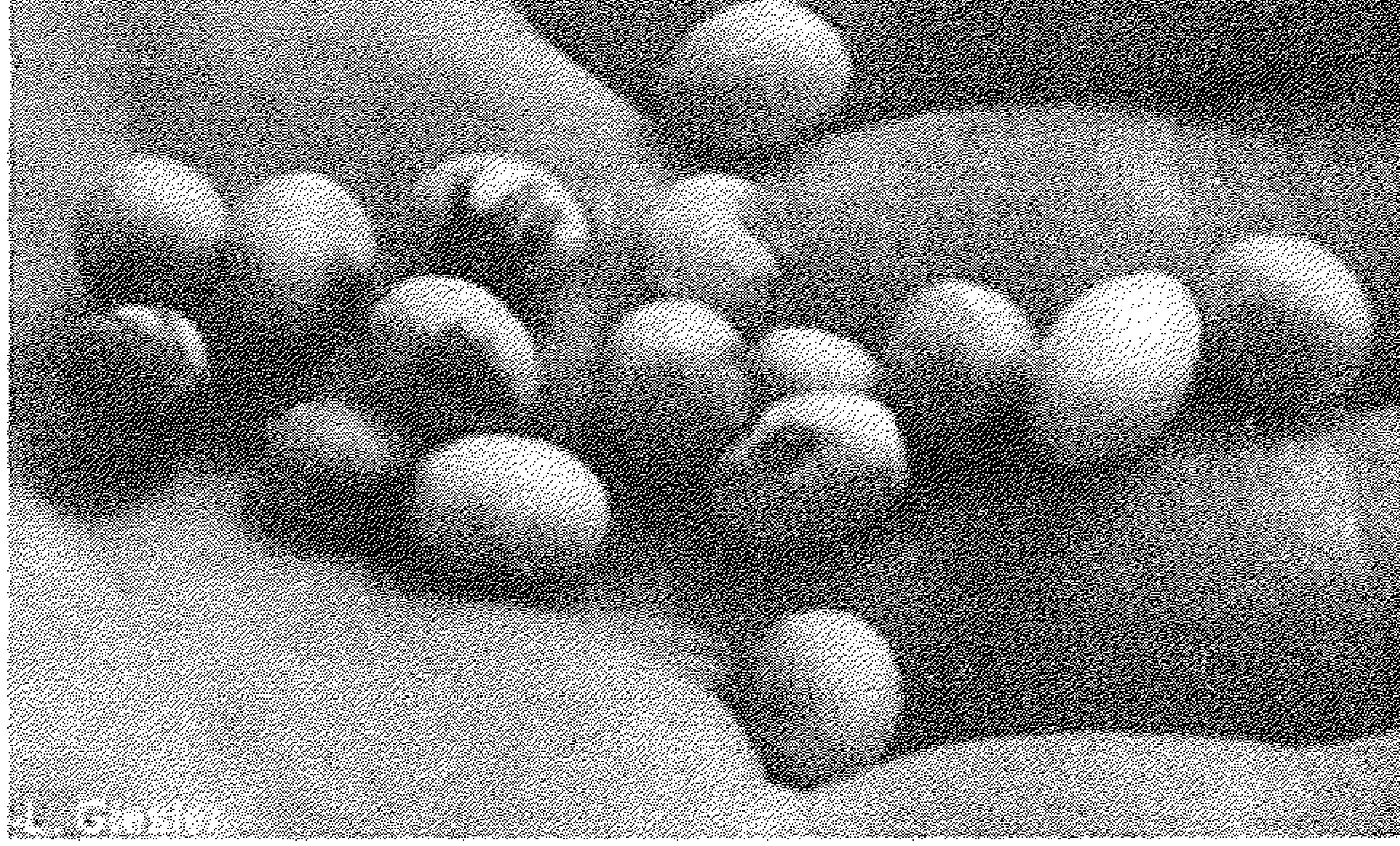
شكل 5.15: أعراض تغير اللون على ثمار الطماطة المصابة بفايروس *Pepino mosaic virus* (يمين) وثمار القرع المصابة بفايروس *Papaya Ringspot Potyvirus*

عن: http://www.defra.gov.uk/planth/pestnote/pepibig3.htm

و

http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Cucurbit/CucViruses/CucurbitPRSV5.htm

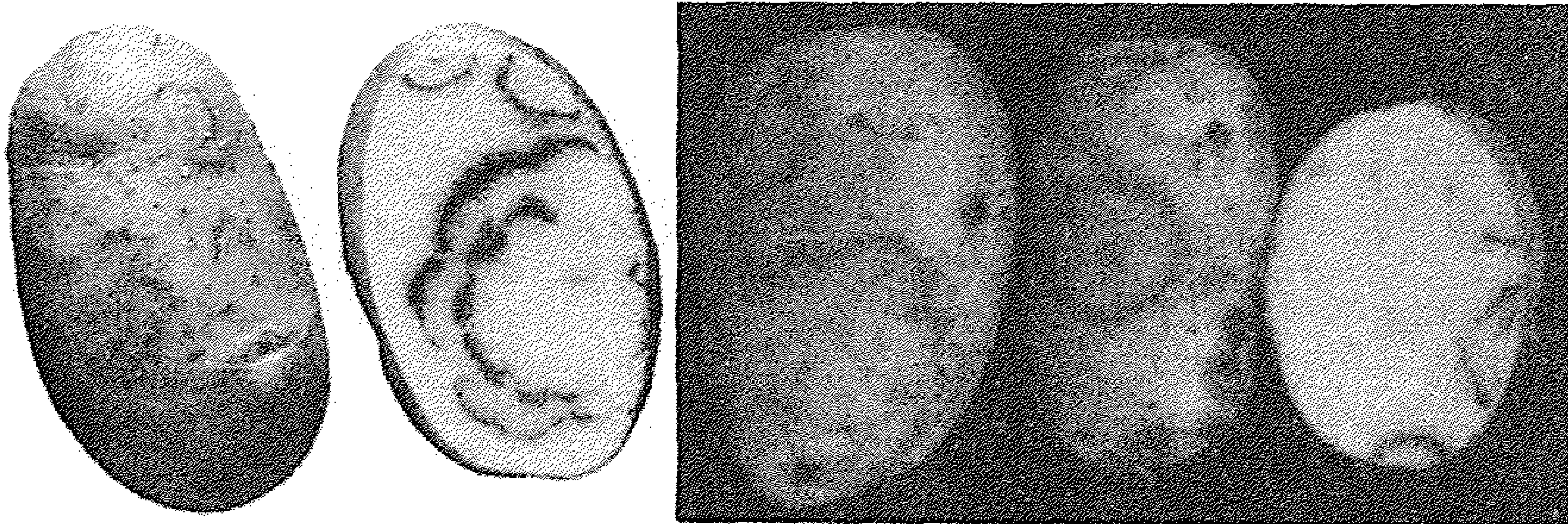
7 . أعـراض الثمـار والبـذور: يمكـن ان تظهـر الثمـار والبـذور أعـراض التلـون أو التبقع أو التشوه (شكل5.15 و5.16).



شكل 5.16 أعراض تغير لون غلاف بذور فول الصويا

عن: http://pdc.unl.edu/soybean/BPMV/SeedMottling.htm

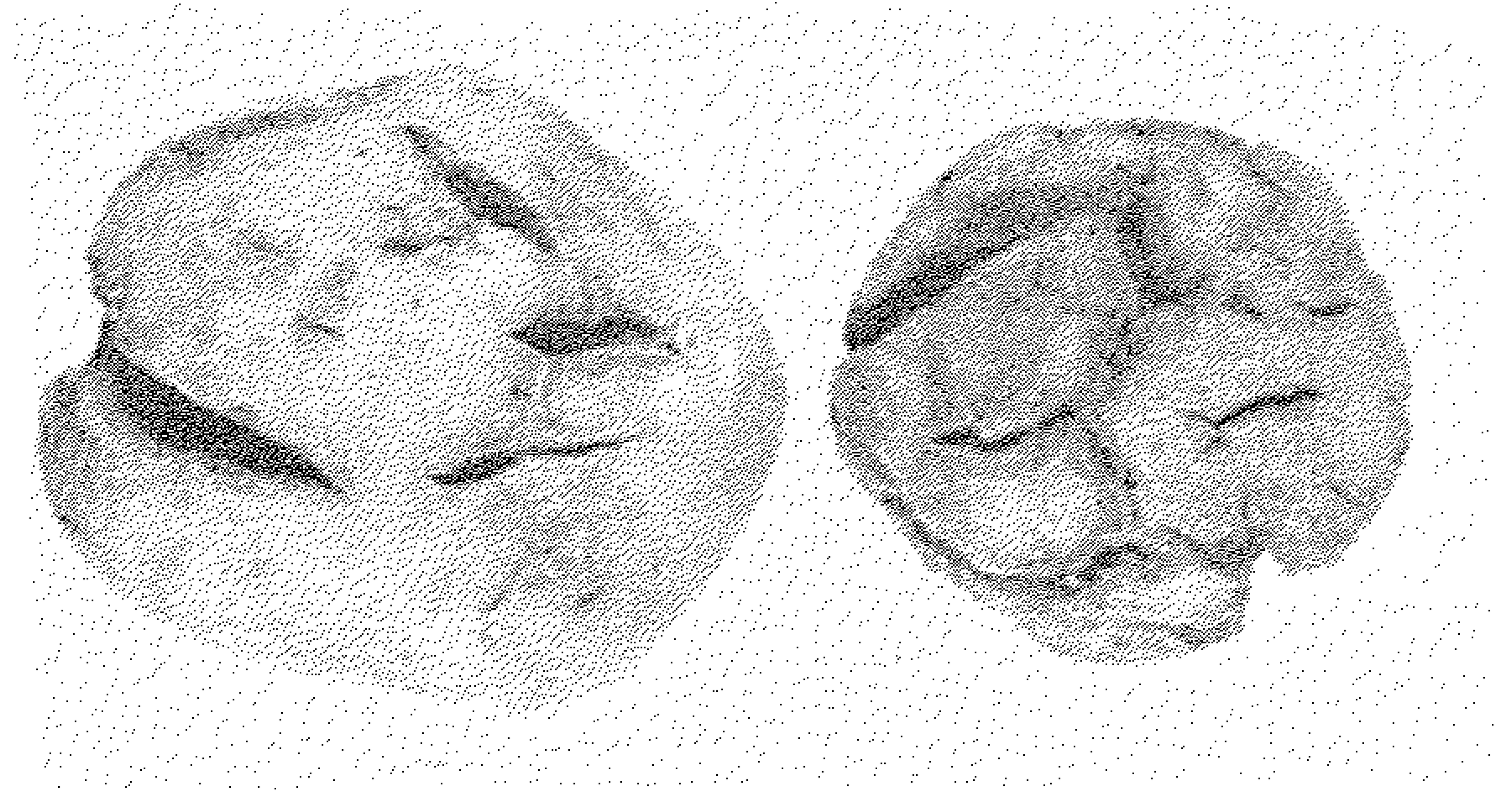
9 . أعراض الدرنات (Spraing). تظهر الدرنات المصابة بالفايروسات اعراض مختلفة تتمثل بالتلون الحلقي على الأنسجة الداخلية والسطح الخارجي. كما تظهر الدرنات المصابة اعراض التشقق (Cracking) (شكل 5.17 و5.18).



شكل 5.17 :اعراض التلون نتيجة إصابة النبات بالفايروس

عن: http://www.potato.org.uk/images/spaw_images/spraing-trv-2.jpg

وhttp://www.mtt.fi/kuvat/kasvinsuojelu/maltokaarivirus1.jpg



شكل 5.18: أعراض تشقق درنات البطاطا نتيجة الإصابة بفايروس *Potato mop-top virus*

عن:

http://www.dpvweb.net/dpv/showfig.php?dpvno=389&figno=05

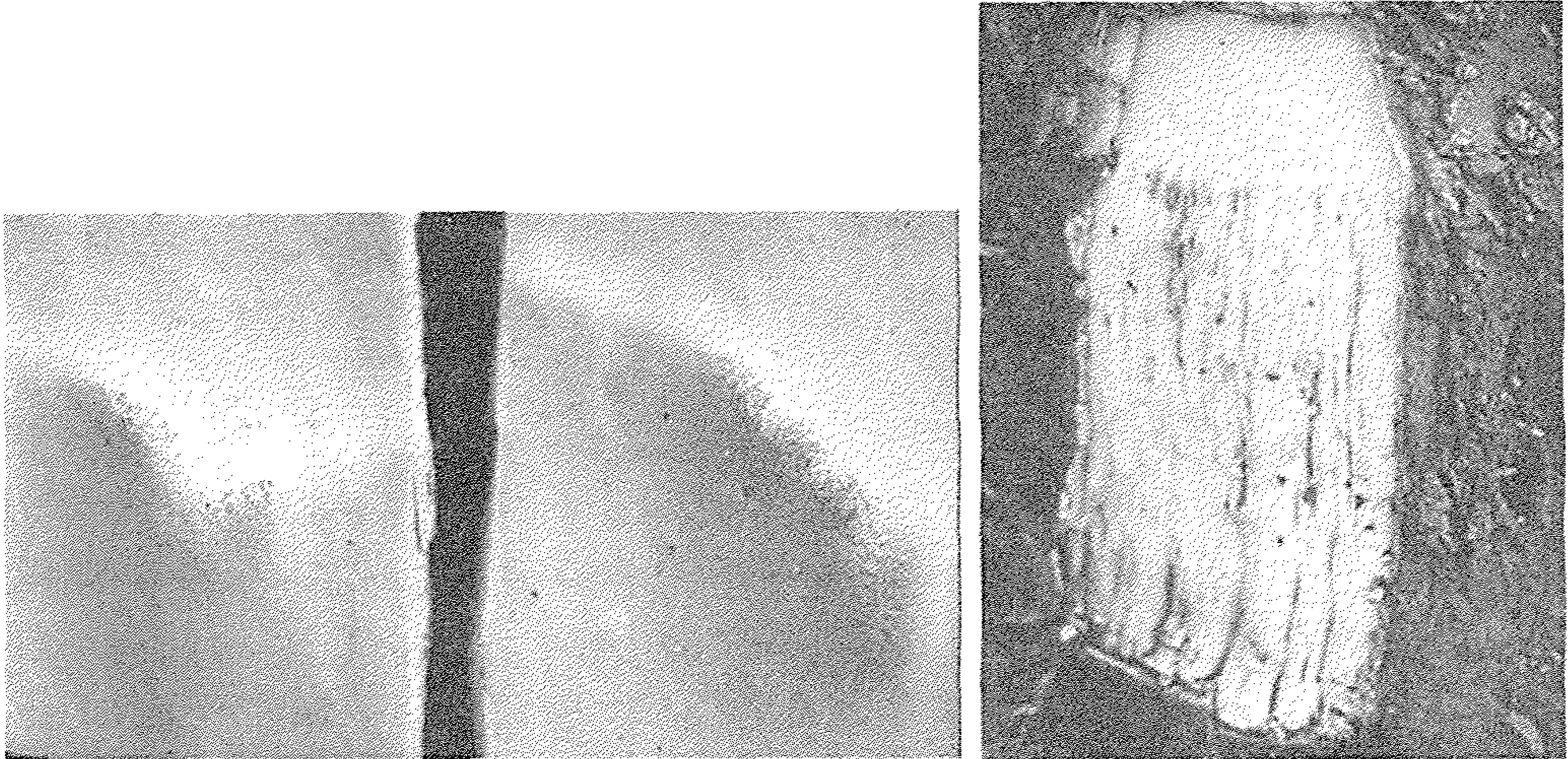
10 . تقطع لون الأزهار (Color Breaking): تظهر بعض النباتات المصابة بالفايروس تقطعات في استمرارية لون الأزهار وبذلك يظهر لونين مختلفين في الزهرة (شكل5.19).



شكل 5.19: أعراض تقطع اللون في أزهار Pelargonium نتيجة الإصابة بفايروس *Pelargonium flower break virus* (يمين) وزهرة التوليب المصابة بفايروس *tulip breaking virus*

عن: http://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/pelapfbv.html
وhttp://www.dias.kvl.dk/plantvirology/esymptoms/TLsymptoms/tuliptbv.html

11 . أعراض تنقر الساق (Stem Pitting): هذه الأعراض تشمل ظهور نقر (Pits) أو أخاديد (Groovings) في جذع الشجرة تحت طبقة الفلين. عند إصابة شجرة مزروعة بالتطعيم بالفايروس يمكن ان يكون جزءا متحملا للإصابة وجزءا غير متحمل للإصابة (الطعم أو الأصل) يحصل تفاعل فرط الحساسية مما يؤدي إلى قتل اللحاء في الجزء غير المتحمل للإصابة. هذا سيؤدي إلى ظهور النقر ويمكن ان تموت الشجرة من خلال التدهور البطيء (شكل5.20).



شكل 5.20: أعراض تنقر ساق التفاح نتيجة الإصابة الفايروسية(يمين) وأعراض التنقر في ساق المصاب بفايروس Tresteza في منطقة التطعيم

عن: -http://www.apsnet.org/education/IllustratedGlossary/PhotosS

V/stempitting.htm و http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/pitting.htm

# الفصل السادس Chapter 6

# أمراض الفايروسات العصوية

# Diseases Caused by Bacillus Viruses

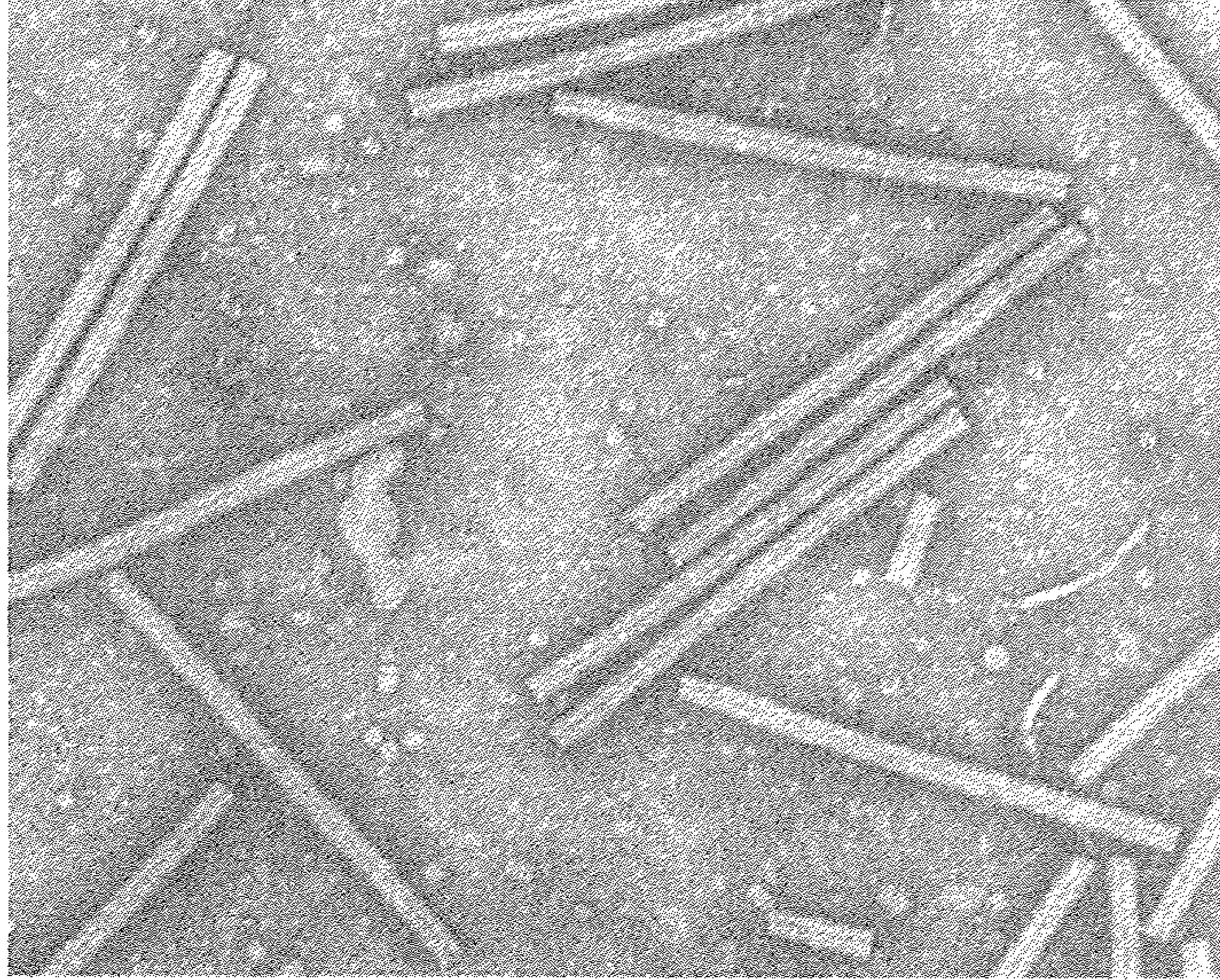
## فايروسات جنس ***Tobamovirus***

### فايروس موزائيك التبغ (TMV) ***tobacco mosaic virus***

يعتبر مرض موزائيك التبغ اشهر امراض النبات الفايروسية كونه وفر فرصة التعرف على الفايروسات باعتبارها مسببات مرضية اكتشفت على نبات التبغ. كما أن الفايروس المسبب للمرض كان رائدا في العديد من الإكتشافات العلمية فهو الذي فتح الباب لنشوء علم الفايروسات من خلال الكشف عن تركيبه وحصل Wendall Stanley على جائزة نوبل سنة 1946 لعزله هذا الفايروس علما انه اعتقد أن الفايروس يتالف كلية من البروتين. وسرعان ما تم تصحيح ذلك من قبل F.C. Bawden و N. Pirie حيث بينا أن هذا الفايروس يتألف من بروتين نووي. وتوالت الإكتشافات عن عمل مكونات الفايروس حيث دشن استخدام الأشعة السينية في كشف التركيب البلوري للفايروس والتصوير بالمجهر الإلكتروني وتقنيات الترحيل الكهربائي والطرد المركزي فائق السرعة والهندسة الوراثية وآليات النقل الخلوي والمقاومة للأمراض ونموذج لدراسة بيولوجيا العائل(Scholthof,2004).

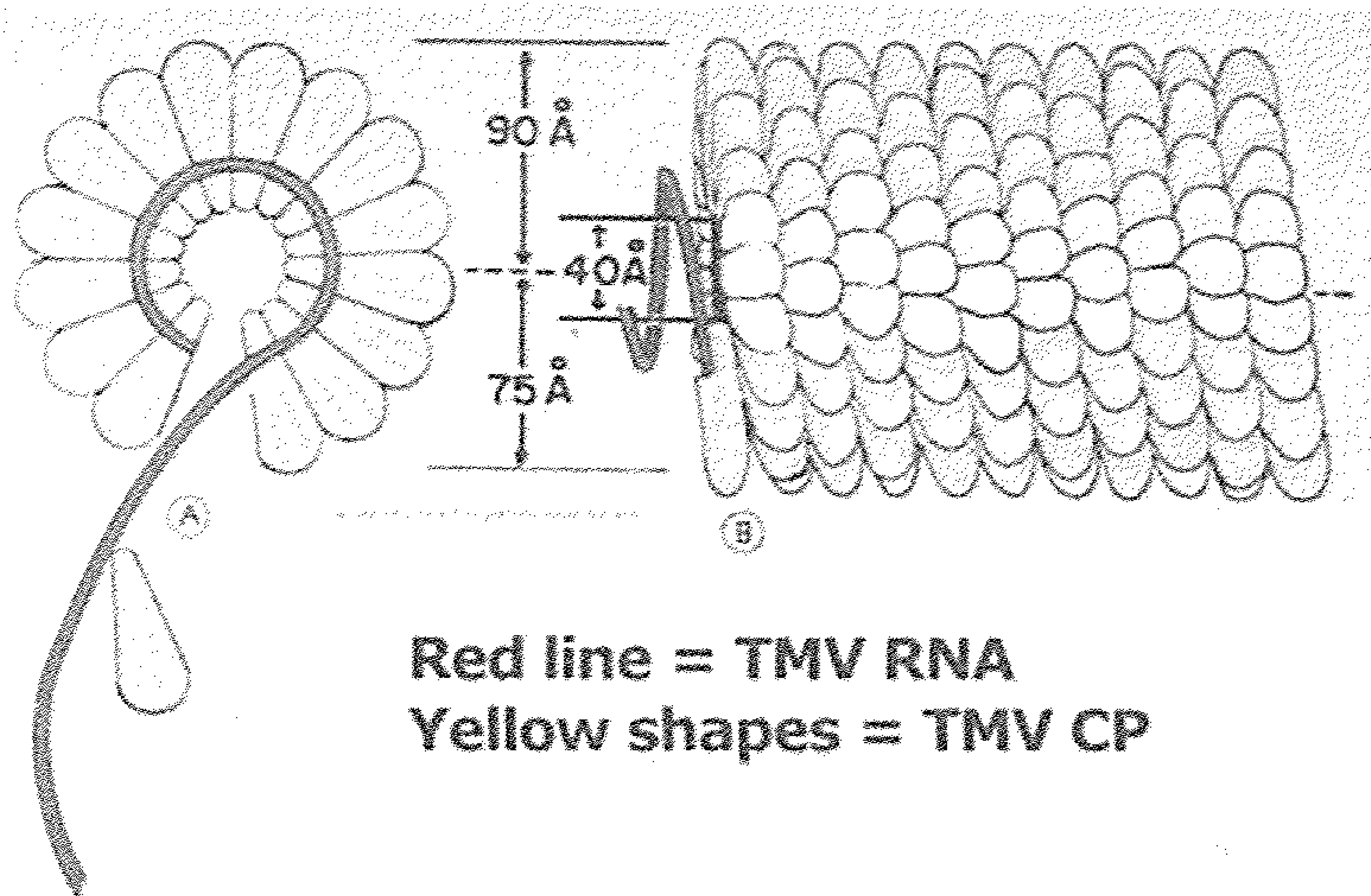
يسبب فايروس موزائيك التبغ أمراضا على نباتات التبغ والطماطة وغيرها من نباتات العائلة الباذنجانية.

**الممرض (Pathogen)**: ينتمي الفايروس TMV إلى جنس الفايروسات الكبير *Tobamovirus* الذي يضم فايروسات عصوية (شكل6.1).



شكل 6.1: صورة بالمجهر الإلكتروني لجسيمات الفايروس

عن: (Scholthof,2000)

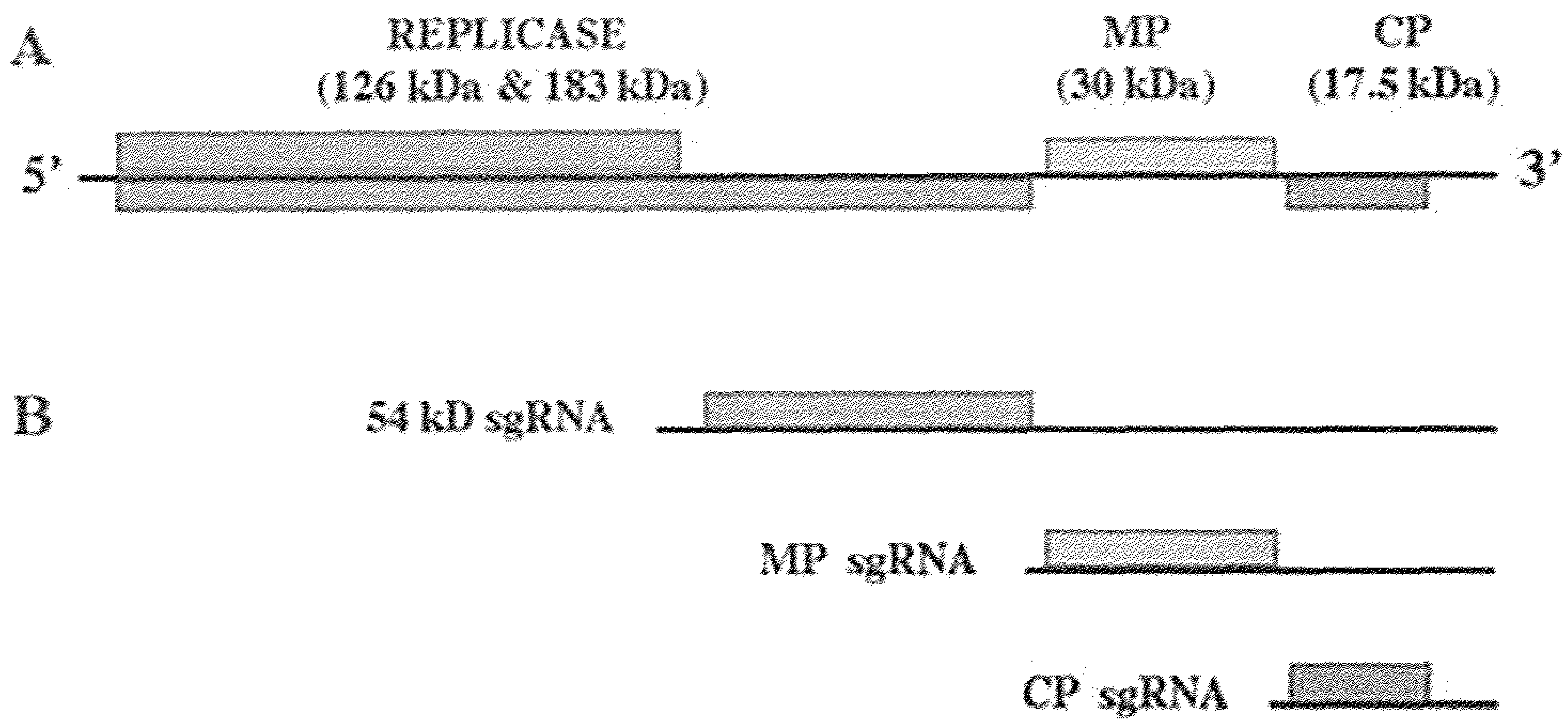



شكل 6.2: مخطط تركيب جسيمة فايروس TMV. وحدات بروتين الغلاف تلتف حلزونيا حول الحامض النووي الملتف على نفسه . 10 Å = 1 نانومتر

عن: (Scholthof,2000)

فايرون الفايروس طوله 300 وقطره 15 ن م. تتألف الجسيمة الواحدة من الفايرون من 2130 وحدة بروتين متماثلة تشكل الغلاف (CP). وحدات الغلاف البروتينية يتألف كل منها من 158 حامض أميني. الغلاف يحتضن جزيئة الحامض النووي RNA المؤلف من 6400 نت. تزن جسيمة الفايروس 39 مليون دالتون (شكل6.2).

الحامض النووي يوجد بشكل شريط مفرد حسي +ssRNA يحتوي على 4 جينات. إثنان منها يترجمان مباشرة إلى بروتينات الإنزيم Replicase والآخران أحدهما لبروتين الحركة (MP) والآخر لبروتين الغلاف (CP) بواسطة جزيئات RNA جزئية الجينوم (sgRNA) (شكل6.3).



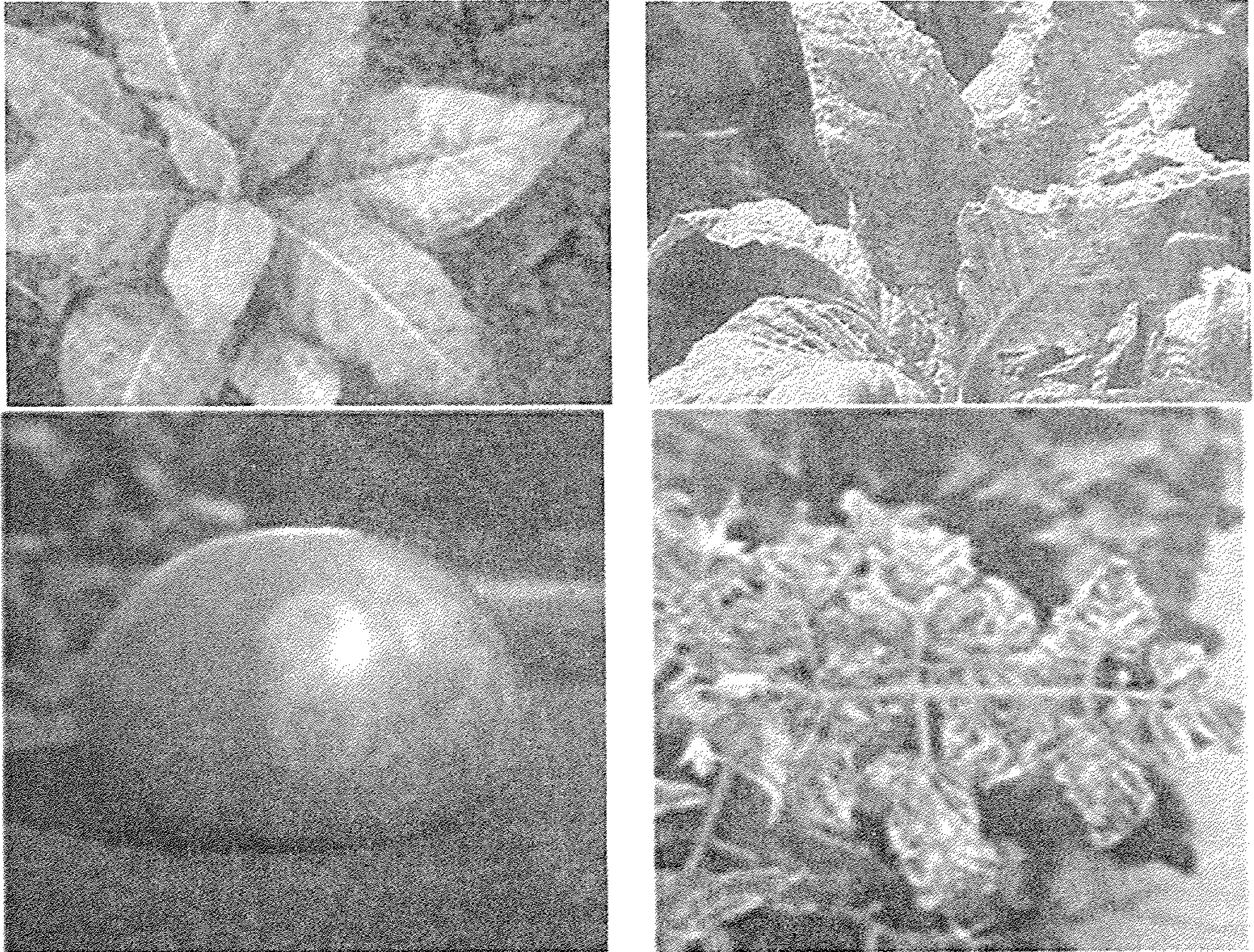

شكل 6.3: A - RNA الجينوم لفايروس TMV يعمل كـ mRNA للتعبير عن بروتيني الإنزيم Replicase 126 و183 ك د.B- الجينين الآخرين على RNA الجزئي يعبران عن بروتين الحركة (MP) وبروتين الغلاف (CP)

عن: (Scholthof,2000)

هذا الفايرس يضم العديد من السلالات التي تختلف عن بعضها في صفة مهمة أو اكثر.

**الأعراض (Symptoms):**

تختلف أعراض الإصابة بفايروس موزائيك التبغ حسب نوع العائل فقد تكون بشكل موزائيك أو تبرقش أو نخر أو تقزم أو تجعد اوراق أو إصفرار الأنسجة. كما أنها تختلف بإختلاف عمر النبات وتركيبته الجينية من حيث المقاومة أو الحساسية للإصابة والظروف البيئية وسلالة الفايروس. يمكن أن تؤدي الإصابة إلى تخفيض الإنتاج وتشويه الثمار شكلا ولونا وتأخير النضج (شكل6.4).



شكل 6.4: اعراض الموزائيك (أعلى يمين) والبقع النخرية(أعلى يسار) وتجعد اوراق الطماطة(أسفل يمين) وتلون الثمار على الطماطة(أسفل يسار)

عن: (Scholthof,2000)

**تطور المرض (Development of Disease)**

**دخول الخلية (Entry)**

جسيمات الفايروس TMV عالية الثبات حيث يمكن ان تحتفظ بحيويتها لمدة طويلة، فقد سجل بقائها في المختبر في درجة حرارة 4 مْ لمدة 50 سنة.

يسهل دخول جسيمات الفايروس TMV الموجودة على أيدي أو ملابس العمال الزراعيين المدخنين أو الأدوات الملوثة من خلال الجروح أو الشعيرات المقطوعة على سطح بشرة النبات. كما ينتقل الفايروس أيضا بواسطة البذور الملوثة حيث يصيب البادرات الناشئة عنها.

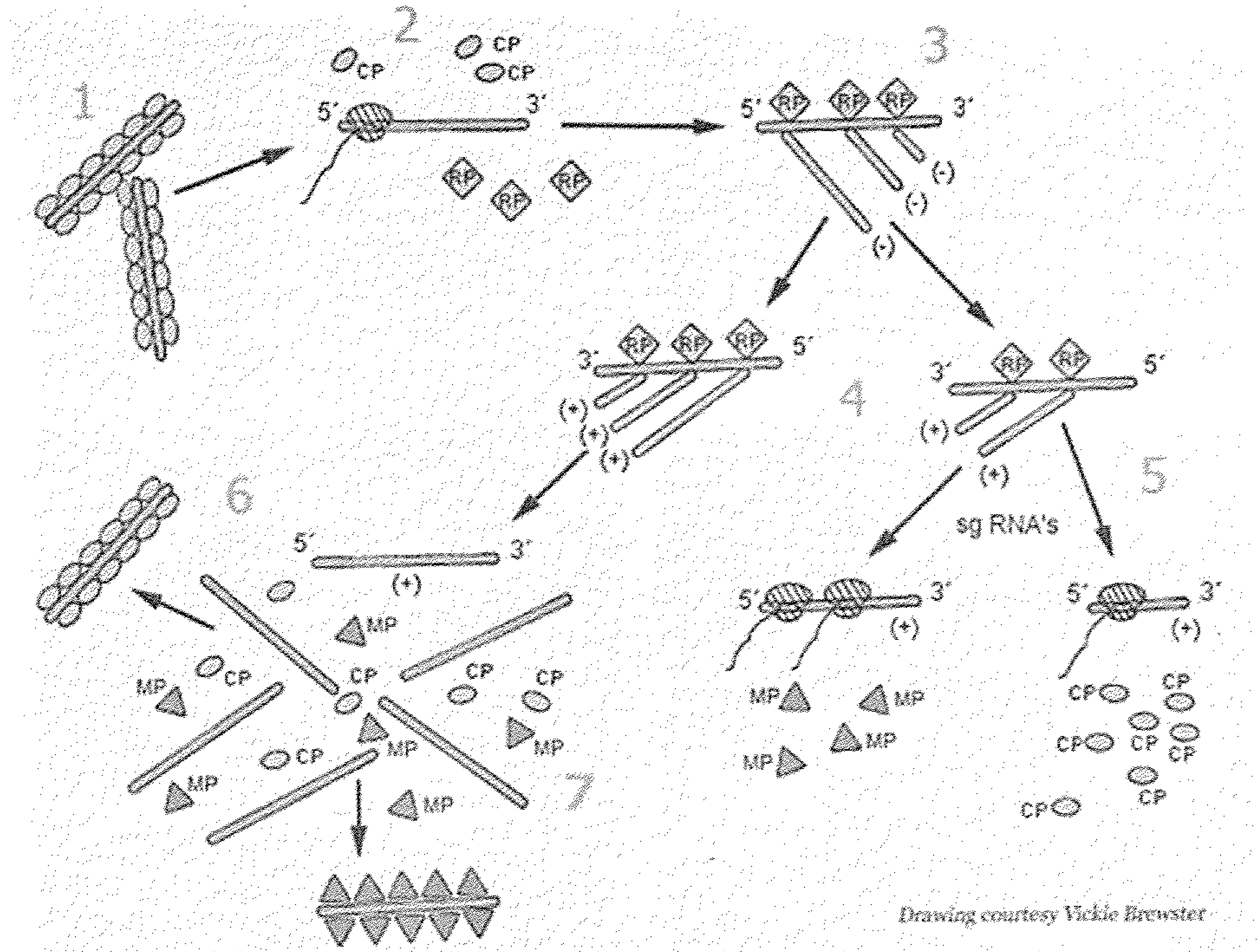
ويمكن بسهولة أيضا نقل الفايروس ميكانيكيا عن طريق إمرار فرشاة مغموسة في عصارة نبات مصاب بالفايروس على سطح اوراق النبات السليم بمساعدة مادة مخدشة كما سبق ذكره. إن الخلايا ذات الجدران المتضررة توفر فرصة لجسيمات الفايروس لدخول سايتوبلازم الخلية.

**التضاعف (Replication)**

ما أن تدخل جسيمات الفايروس خلية لنبات عائل حتى تبدأ بتفكيك الغلاف البروتيني من اجل تحرير شريط الحامض النووي RNA وهو موجب (+). يقوم شريط الحامض النووي الفايروسي بدور mRNA التي تترجم بمساعدة رايبوسومات الخلية العائلة إلى البروتينين 126 ك د و183 ك د المكونين لإنزيم Replicase خلال دقائق قليلة من الإصابة. فور ذلك يقوم الإنزيم بالإرتباط بالنهاية '3 لشريط +TMV RNA ليكوّن جزيئات – RNA التي تعمل بدورها كقوالب لتكوين جزيئات +RNA كاملة الجينوم (الحامض النووي الفايروسي) وجزيئات RNA جزئية الجينوم يرمز لها sgRNAs. تقوم الرايبوسومات بترجمة sgRNAs إلى بروتينات الحركة (MP) 30 ك د وبروتينات الغلاف (CP) 17.5 ك د (شكل6.5).

تتركب وحدات بروتين الغلاف حول جزيئات الحامض النووي الفايروسي بطريقة لولبية خاصة لتكوّن جسيمات الفايروسات الجديدة. وهذه تصبح جاهزة لإصابة

خلايا جديدة عند تحررها نتيجة جرح الخلايا باي طريقة كانت أو عند تفكك الأنسجة بعد جفافها وموتها.




شكل 6.5: تضاعف الفايروس TMV: تبدأ جسيمات الفايروس التي دخلت الخلية بالتضاعف(1). تفكك وحدات بروتين الغلاف ليتحرر الحامض النووي RNA وتبدا رايبوسومات الخلية العائلة بترجمة البروتينين المكونين للإنزيم Replicase أو RNA Polymerase (RP) (2). يعمل الإنزيم على تكوين قوالب RNA لاحسية (−) من RNA الفايروس الحسي (+) (3). تستخدم (-)RNA لتكوين جزيئات كاملة من الـ RNA الفايروسي (+)(4) وجزيئات RNA جزئية الجينوم (sgRNAs) حسية (+)، هذه تعمل على تكوين بروتينات الحركة (MP) وبروتينات الغلاف (CP) (5). الجزيئات الكاملة من RNA الفايروسي (+) اما تغلف ببروتينات الغلاف لتكون جسيمات فايروس جديدة (6) أو تلف ببروتينات الحركة لتنتقل إلى الخلايا المجاورة من أجل دورة تضاعف جديدة(7)

عن: (Scholthof,2000)

بجانب ذلك تغلف بعض جزيئات الحامض النووي الفايروسي ببروتينات الحركة لتتمكن من الانتقال إلى الخلايا المجاورة عبر الروابط البلازمية (Plasmodesmata) التي تتخلل جدران الخلايا النباتية المتجاورة بشكل قنواة مجهرية تسمح بمرور الجزيئات. ومع ان قطر القنوات هذه لا يسمح بعبور جسيمات الفايروس بالحالة الإعتيادية لكنه يتوسع تحت ظروف فسلجية معينة وكذلك بمساعدة بروتينات الحركة وبروتينات أخرى من العائل يستعين بها الفايروس مثل عامل Interacting Protein-L (IP-L) الذي يتداخل مع بروتين الغلاف ويزيد من قدرة فايروس موزائيك الطماطة على الانتقال(Li *et al.*,2005).

يدخل الحامض النووي الفايروسي الخلية الجديدة تاركا البروتينات المرافقة له لبدء إصابات جديدة. تستمر هذه العملية بالانتقال من خلية إلى خلية وصولا إلى انسجة اللحاء حيث يبدا النقل السريع والكفوء لجسيمات الفايروس إلى الخلايا الأكثر نشاطا في قمم المجموع الخضري والمجموع الجذري وتحقيق الإصابة الجهازية التي تفضي إلى تكوين اعداد هائلة من جسيمات الفايروس.

لبروتينات الحركة لفايروس TMV تاثير على أعراض الإصابة حيث ان تجارب إستبدالها ما بين السلالات المختلفة يغير من الأعراض الناتجة( Wu & Zhou ,2002). كما سبق ان اشير إلى بروتينات الغلاف في تأثيرها على أعراض الإصابة من خلال العامل TMV-L الذي يشفر من قبل جين بروتين الغلاف(Saito *et al.*,1987).

يمكن ان تبدأ الإصابات الاولية من خلال إصابة بعض البادرات الناشئة من بذور ملوثة بجسيمات الفايروس أو من خلال انتقالها الميكانيكي بواسطة الأشخاص أو الادوات الملوثة. ويمكن ان ينتشر المرض نتيجة إحتكاك النباتات المتجاورة أو بوسائل النقل الميكانيكي المذكورة. يبقى الفايروس في أجزاء النباتات الإقتصادية والنباتات البرية المصابة (الأدغال) وفي المنتجات الصناعية مثل السكائر والسيكار وقد يبقى في التربة.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. إزالة النباتات المصابة من أجل التخلص من مصادر العدوى.

2. نظافة الأيدي للعاملين مع النباتات وإستبعاد السكائر ومنتجات التبوغ المختلفة.
3. استخدام الأصناف المقاومة.
4. عدم زراعة الأصناف الحساسة في الحقول أو المصاطب المصابة بالفايروس لمدة لا تقل عن سنتين(Agrios,1997).

## امراض فايروسات جنس *Tobavirus*

أشتق اسم هذا الجنس من اسم فايروس *Tobacco rattle virus* الذي يعني فايروس التبغ المجلجل وهو الصوت الذي ينتج عن حركة أوراق النباتات المصابة بالفايروس الجافة بفعل الرياح الشبيه بصوت الأفعى المجلجلة. وهو يمثل النوع النموذجي للجنس *Tobavirus*. يضم الجنس ايضا فايروسات *Pea early browning virus* و *Pepper ringspot virus*.

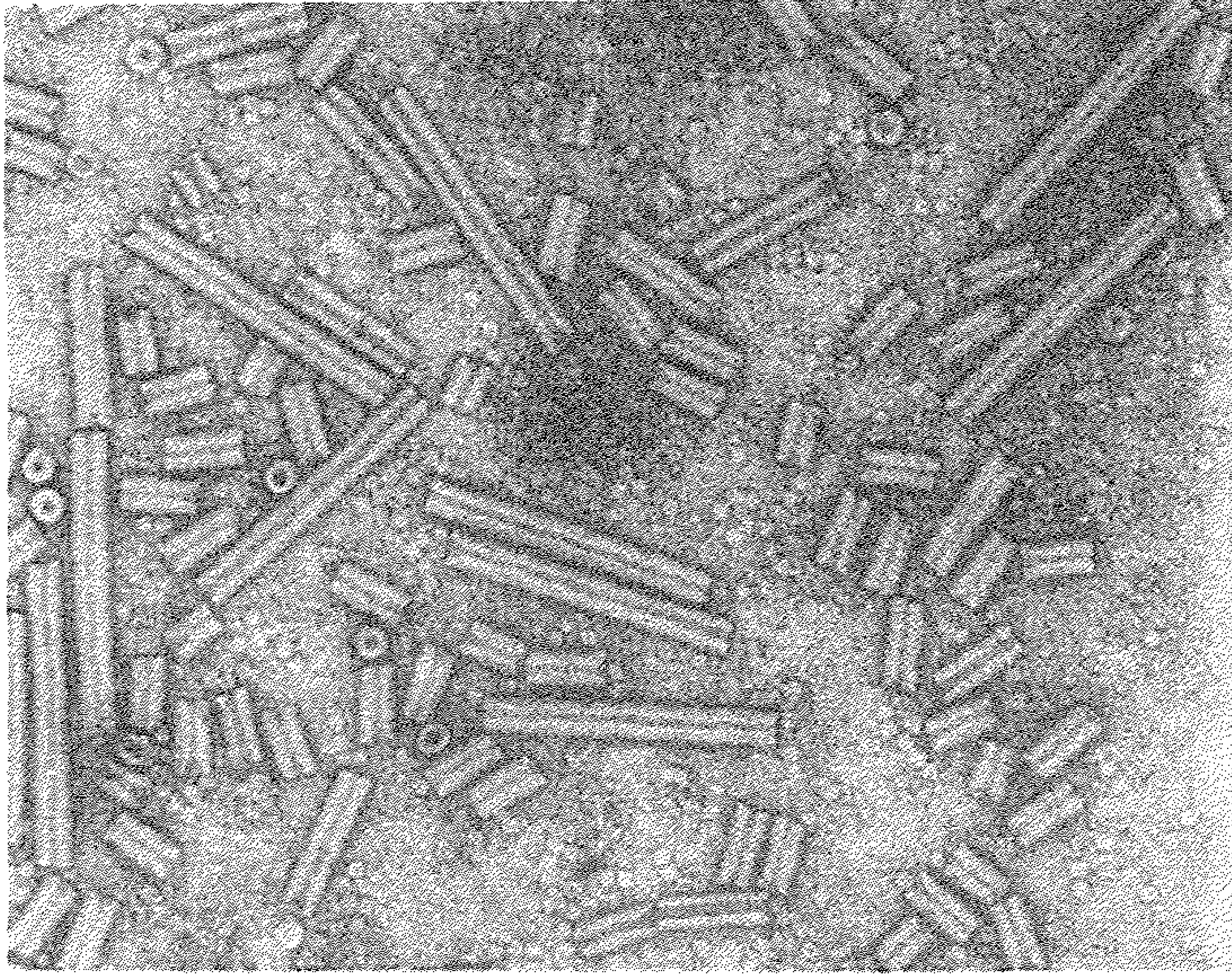
أول تسجيل للفايروس كان على نبات التبغ *Nicotiana tabacum* في المانيا من قبل Böning سنة 1931(Brunt *et al.*,1996).

ينتشر المرض في المناطق اليوراسيوية وفي امريكا الشمالية وأمريكا الوسطى والجنوبية والصين واليابان وروسيا كما يتواجد في نيوزلاندا واستراليا.

لفايروس TRV مدى عوائلي واسع ربما يكون الأوسع بين الفايروسات النباتية حيث يصيب الفايروس في الحقل أكثر من 100 نوعا من النباتات بينما أمكن إصابة اكثر من 400 نوعا من النباتات تعود إلى 9 عوائل تحت ظروف التجربة. من النباتات العائلة البصل والشوفان واللهانة والقرنبيط والخيار والبزاليا والفاصوليا والباذنجان وغيرها.

الممرض (**Pathogen**): الفايروس *Tobacco rattle virus* ثنائي الجينوم (Bipartite) حيث يتوزع على جسيمتين بشكل عصيات صلبة مستقيمة (شكل6.6) تتألف كل جسيمة من شريط مفرد من ssRNA+، قطر الجسيمات 20 إلى 23 ن م الجسيمات الكبيرة (L) طولها 120 – 180 ن م وتحتوي على RNA1 والجسيمات القصيرة (S) تحتوي على RNA2 وتختلف في الطول بين 50-80 إلى 110 ن م وإن

إختلاف أطوال جسيمات S يعكس إختلاف اطوال الحامض النووي RNA2.

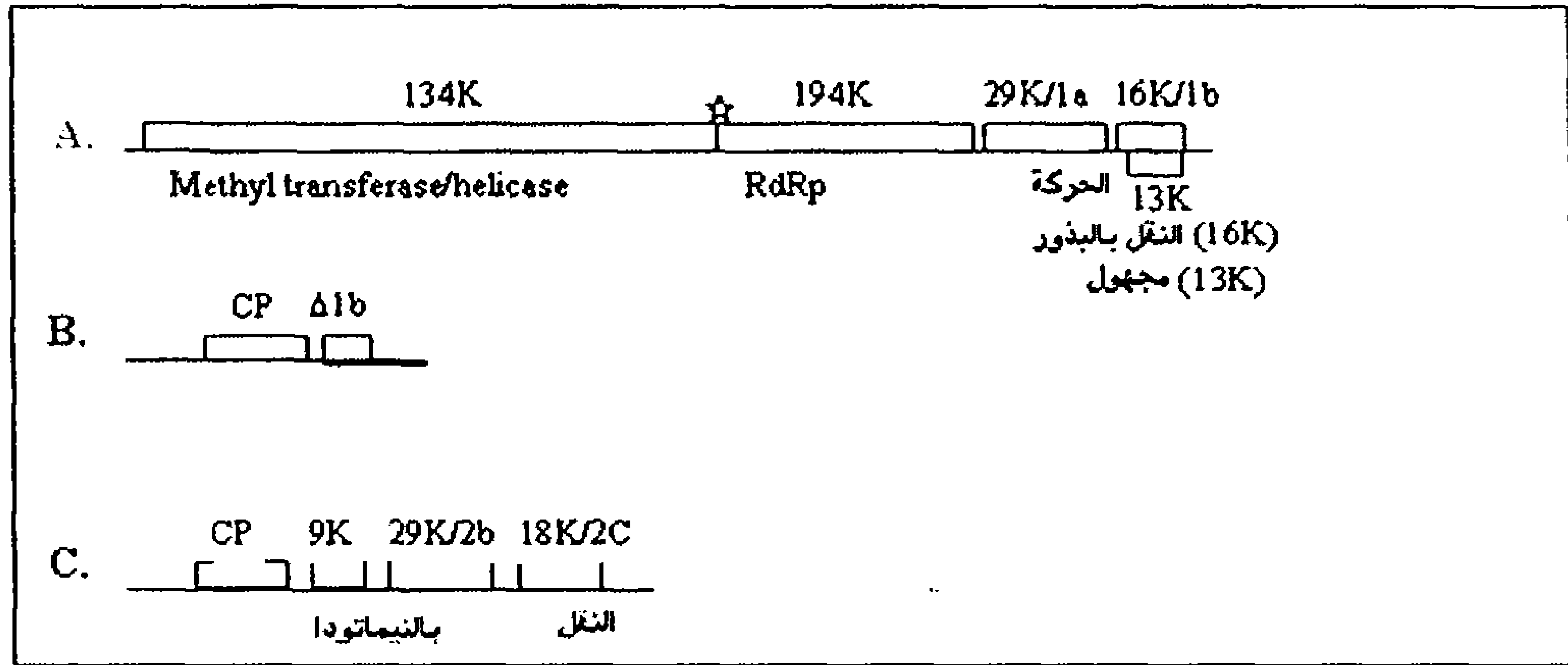


شكل 6.6: جسيمات فايروس TRV كما تظهر بالمجهر الإلكتروني

عن: (International Committee on Classification of Viruses,2002)

وحدات الغلاف تلتف بشكل حلزوني منتظم لتترك الحامض النووي في قناة بقطر 4 إلى 5 ن م.

الحامض النووي للجسيمة الكبيرة 6800 نت يحتوي على 4 جينات، إثنان منها G1 وG2 يشفران لأثنين من البروتينات الذين يشكلان الإنزيم RNA Polymerase الذي يضاعف كلا جزيئتي الحامض النووي (الكبيرة والصغيرة). الجين الثالث G3 يشفر لبروتين الحركة (MP) الذي يساعد على انتقال الفايروس من خلية إلى خلية. والجين الرابع يشفر لبروتين صغير غير معروف الوظيفة. أما الحامض النووي للجسيمة الصغيرة 1800 – 4500 نت فيحتوي على جين واحد يشفر لبروتين الغلاف (CP) لكلا الجسيمين (شكل6.7) (Bruun-Rasmussen & Sundelin,2001 ; Agrios,1997).




شكل 6.7: تنظيم جينوم فايروس RNA1 TRV وRNA2. A- يمثل شفرة الإنهاء UGA. B و C هي أمثلة لتنظيم جينوم RNA2. B- RNA2 من TRV-PSG. الخط التحتي في النهاية 3'- يشير إلى تناظر تتابع النيوكليدات مع RNA1. C- RNA2 من TRV-TpO1. كتابة الجينوم من 5' إلى النهاية 3'. الأرقام تشير إلى الأوزان الجزيئية للنواتج المحتملة. RdRp: RNA polymerase معتمد على RNA

عن: (Bruun-Rasmussen & Sundelin,2001)

تتألف جسيمة الفايروس من الحامض النووي بنسبة 5 % والبروتين بنسبة 95%.

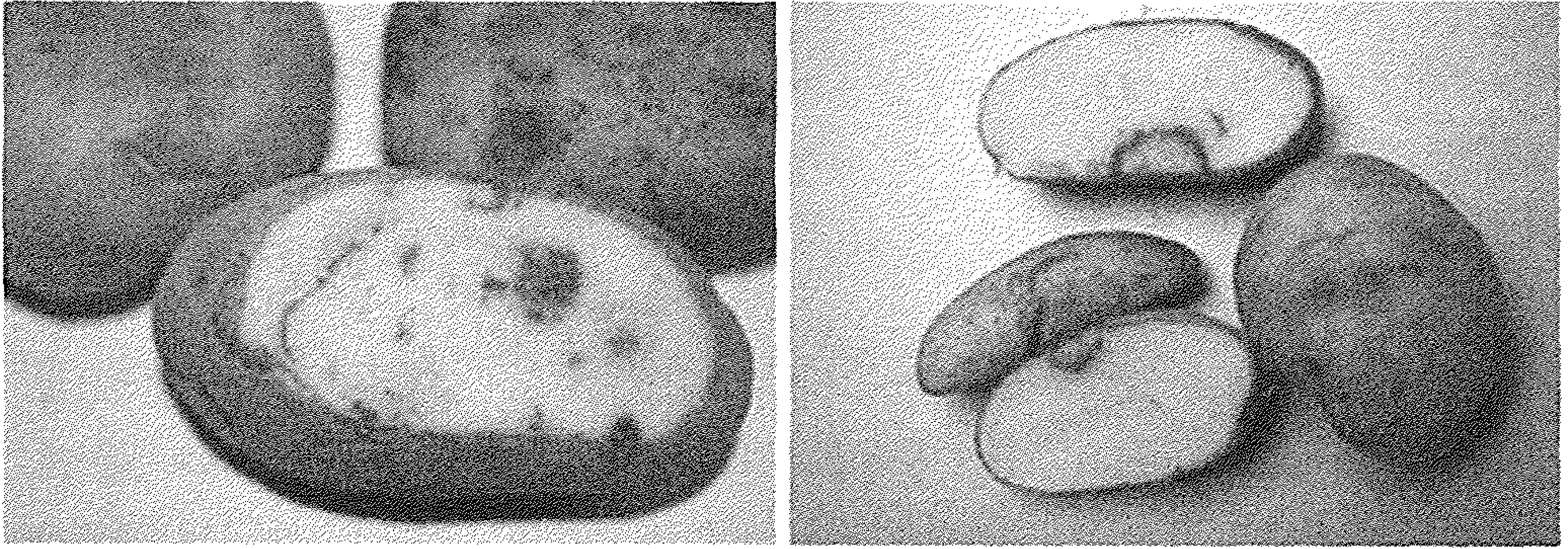
### الأعراض (Symptoms)

الأعراض تتراوح بين الثابتة في بعض السلالات أو المتغيرة موسميا أو تلك التي تختفي سريعا بعد الإصابة. كما تختلف الأعراض على النباتات العائلة المختلفة :

على نباتات البطاطا *Solanum tuberosum* تكون الأعراض بشكل بقع نخرية موضعية أو تكون جهازية بشكل أعراض إصفرار أو بقع وخطوط نخرية (شكل6.8).

على نباتات التبغ تكون بشكل بقع نخرية موضعية أو بقع حلقية نخرية أو إصفرارية وأعراض جهازية نخرية أو بقع حلقية أو خطوط أو تبرقش.





شكل 6.8: اعراض الإصابة على أوراق نبات البطاطا (أعلى) وعلى الدرنات بشكل بقع حلقية فلينية (أسفل)

عن: (Burrows & Zitter,2005)

على الفلفل *Capsicum annuum* تكون الأعراض بشكل بقع حلقية أو خطوط.

على نباتات البنجر السكري *Beta vulgaris* والسبانخ *Spinacia oleracea* فتكون بشكل بقع موضعية إصفرارية أو نخرية أو تبرقش جهازي.

على نباتات *Stellaria media* و*Viola arvensis* تظهر أعراض قليلة تتمثل بالتبرقش.

وعلى نباتات *Narcissus pseudonarcissus* و*Tulipa* sp. و*Hyacinthus* sp. تظهر أعراض التبرقش(Brunt *et al.*,1996).

النباتات الكاشفة للإصابة بالفايروس TRV نباتات *Chenopodium amaranticolor* والفاصوليا *Phaseolus vulgaris* والتبغ.

**تطور المرض (Development of Disease):**

يتم ترجمة mRNA لبروتين الغلاف في السايتوبلازم. يتواجد الفايروس في سايتوبلازم جميع خلايا النبات المصاب حيث يتجمع حول الميتاكوندريا. تظهر الخلايا المصابة ببعض السلالات مضمنات ذات اشكال غير إعتيادية تتألف من تجمعات الميتاكوندريا غير الطبيعية التي تحتوي على الفايرونات. ونتيجة للإصابة تتحلل البلاستيدات الخضراء.

اظهرت تجارب تلقيح الخلايا المفردة بالفايروس انه يحتاج إلى 4 ساعات لكي يتمكن من الانتقال إلى الخلايا المجاورة(Derrick *et al.*,1992).

يحتفظ الفايروس بقدرته على العدوى عند إزالة البروتين بواسطة إنزيمات Protease أو بالفينول أو المنظفات.

ينتقل الفايروس بوسائل مختلفة منها التلقيح الميكانيكي دون أن ينتقل عن طريق إحتكاك النباتات مع بعضها والتطعيم وبواسطة البذور بنسبة تتراوح بين 1 إلى 40 % حسب النبات العائل.

عامل النقل الحيوي للفايروس هو النيماتودا المتوطنة في التربة من انواع *Paratrichodorus allius* و*P. anemones* و*P. christiei* و*P. nanus* و*P. pachydermus* و*P. teres* و*P. minor* و*Trichodorus primitivus* و*T.* و*T. viruliferus*(Brunt *et al.*,1996). يدخل الفايروس إلى النيماتودا عند تغذيها على بشرة جذور النباتات المصابة. يمكن ان يبقى الفايروس في النيماتودا لمدة سنة ولا يبقى فيه بعد عملية الإنسلاخ ولا ينتقل إلى الأجيال التالية.

يمكن أن يبقى الفايروس محتفظا بقدرته على العدوى في النباتات المعمرة

والبذور المصابة(Visser *et al.*, 1999 ;Vassilakos *et al.*, 2001).

توجد فايرونات الفايروس في سايتوبلازم الخلايا المصابة.

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . الوقاية بزراعة الدرنات الخالية من الفايروس.

2 . مكافحة النيماتودا الناقلة للفايروس(Burrows & Zitter,2005).

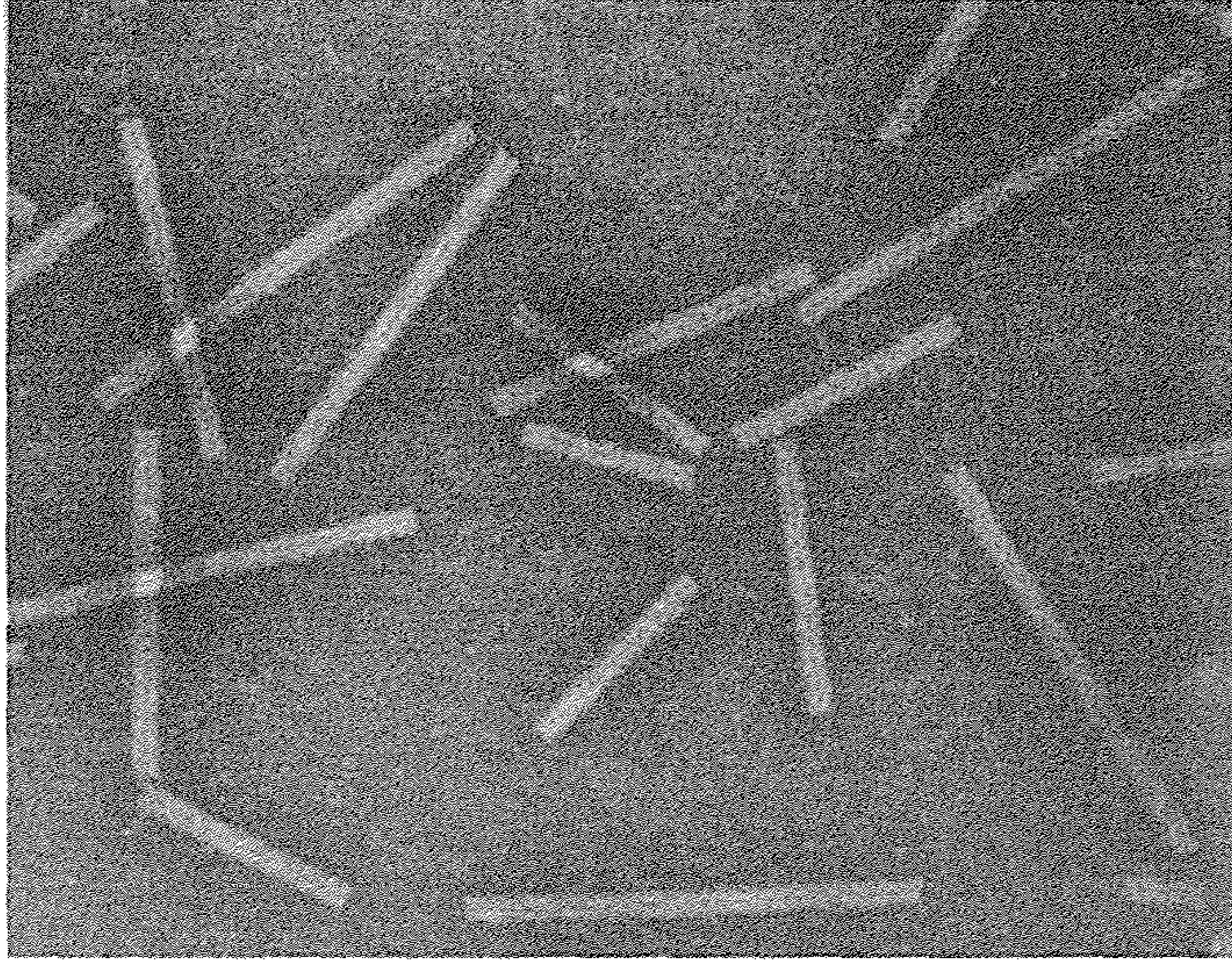
## أمراض فايروسات جنس ***Furovirus***

يضم هذا الجنس عددا من أنواع الفايروسات *Beet necrotic yellow vein furovirus* و *Beet soil-borne furovirus* و *Broad bean necrosis furovirus* و *Oat golden stripe furovirus* و *Peanut clump furovirus* و *Potato mop-top furovirus* و *Sorghum chlorotic spot furovirus* و *Wheat soil-borne mosaic furovirus*(Brunt *et al.*,1996).

تنتشر الإصابة بهذه الفايروسات في معظم الدول الأوربية وامريكا الشمالية ويوراسيا ودول شرق آسيا والشرق الأوسط.

يتم تمييز الأنواع ضمن هذا الجنس على اساس تتابع النيوكليدات لجزيئات RNA والتي تمثل تتابعات نواتج الجينات المحتملة. إن تتابعات RNA-1 لهذه الفايروسات تسهم بنسبة 58 – 74 % وRNA-2 بنسبة 46 – 80 % في تحديد هوية النوع(ICTVdB Description, 2002b).

الممرض (**Pathogen**): جسيمات الفايروس تكون عصوية طولها 65 إلى 390 وقطرها 18 إلى 24 ن م، أحادية أو ثنائية أو ثالثية أو رباعية أو خماسية الجينوم (شكل6.9). الجينوم الكلي يساوي 9700 إلى 13500 نت، أكبر الجسيمات RNA-1 تحتوي على 6200 –11000 والأصغر منها RNA-2 3300 – 5300 ثم RNA-3 1800 وRNA-4 1500 و1400 نت (Brunt *et al.*,1996).



شكل 6.9: جسيمات فايروس *Furovirus*

عن: (Brunt *et al.*,1996)

نسبة الجينوم تساوي 4 – 5 % من وزن الفايرون بينما يشكل البروتين باقي النسبة.

الفايروسات تشفر لبروتين تركيبي واحد و7 بروتينات غير تركيبية.

الفايرونات توجد في السايتوبلازم أو في فجوة الخلية. تكوّن الخلايا المصابة مضمنات أو لا وفي حال تكونها توجد في السايتوبلازم. تتمثل المضمنات بشكل بلورات أو اجسام غير متبلورة أو غشائية وتحتوي المضمنات على فايرونات ناضجة.

**الأعراض (Symptoms)**

تسبب فايروسات *Furovirus* أمراضا على النباتات تختلف أعراضها حسب النبات العائل. تظهر النباتات المصابة في رقع من الحقل وتتمثل الأعراض بالتقزم وظهور التبرقش والتبقع الحلقي والمجموع الجذري يكون مختزلا وكثير التفرع معطيا

مايعرف بمرض جنون الجذر (Rhizomania). تؤدي الإصابة بهذه الفايروسات إلى تخفيض كبير في الإنتاج.

النباتات الحساسة للإصابة تحت ظروف التجربة تعود إلى العوائل النباتية التالية: *Amaranthaceae* و *Characeae* و*Chenopodiaceae* و*Compositae* و*Cucurbitaceae* و*Gramineae* و*Leguminosae -Papilionoideae* و*ortulacaceae* و*Scrophulariacea* و*Solanaceae*) International Committee on Classification of Viruses. 2002b).

## تطور المرض (**Development of Disease**)

تنتقل هذه الفايروسات بواسطة فطريات *Plasmodiophorales*. الفطر *Polymyxa graminis* يقوم بنقل الفايروسات *Wheat soil-borne mosaic furovirus* و *Peanut clump furovirus*، بينما يقوم الفطر *Spongospora subterrenea* بنقل الفايروس *Potato mop-top furovirus* والفطر *Polymyxa betae* بنقل الفايروس *Beet necrotic yellow vein furovirus*.

يمكن أن ينتقل الفايروس بالتلقيح الميكانيكي وقد ينتقل أو لا بواسطة التلامس بين النباتات والتطعيم بواسطة البذور بينما لا ينتقل بواسطة حبوب الطلع.

الأعراض تكون ثابتة أو تتغير حسب الموسم.

## فايروس *Wheat soil-borne mosaic furovirus*

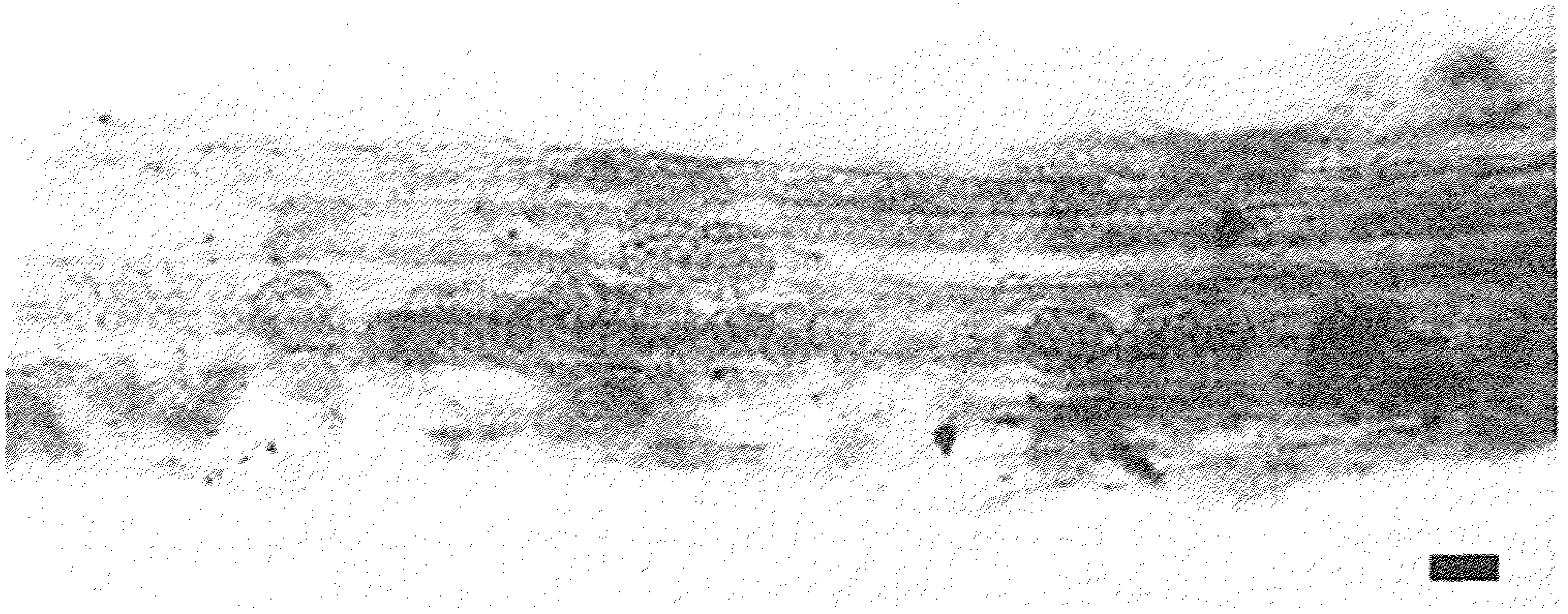
تم وصف الفايروس من قبل McKinney سنة 1923. تنتشر الإصابة بهذا الفايروس في مناطق زراعة القمح في أمريكا والصين واليابان وإيطاليا.

تتألف فايرونات الفايروس من جسيمات عصوية قوية غير مغلفة، تظهر مجوفة عند صبغها بصبغة سالبة بطولين 110 – 160 و300 ن م أو بثلاثة اطوال حسب (Gibbs,1995): 82 – 110 أو 138 – 160 أو 280 – 300 ن م وقطر 20 ن م. جينوم

الفـايروس يتـالف مـن جزيئتـي RNA همـا RNA1 7 2· ك ق وRNA2 3 6· ك ق. RNA1 يشـفر لبروتينـات Replicase، p152 وp211. بينمـا تشـفر RNA2 بـروتين الغلاف(Ohsato *et al.*,2003).

الناقل الحيوي للفايروس هو الفطر *Polymyxa graminis* (شكل6.10) . تقوم السبورات المتحركة الناتجة عن إنبات، السبورات الساكنة للفطر من بقايا النباتات المصـابة بإصـابة جـذور البـادرات الحديثـة خـلال الخريـف حيـث تنقـل اليهـ الفايروس(Ohsato *et al.*,2003).

ويمكن إحداث الإصابة بواسطة التلقيح بعصارة النبات المصاب حيث تسبب أعراض الموزائيك على القمح الشتوي والشعير، بيما لا ينتقل بواسطة البذور.



شكل 6.10: السبورات الساكنة للفطر *Polymyxa graminis* في جذور القمح (شريحة غير مصبوغة)

عن: (Brakke,1971)

إن شـدة الأعـراض تتـاثر بصـنف النبـات وسـلالة الفـايروس والظـروف الجويـة السائدة حيث انها تظهر عادة في الربيع بينما تخف مع إرتفاع درجات الحرارة. بعض الأصناف تظهر تورد مع تقزم شديد في الجذور وقمة النبات وتفرع زائد. في الحقل

تبدو النباتات المصابة صفراء أو خضراء فاتحة من على مسافة منها.

النباتات العائلة للفايروس تشمل أنواع القمح *Triticum aestivum* والشعير والجاودار والكتان *Secale cereale* و *Bromus commutatus* و *B. tectorum* وبعض أنواع *Chenopodium* بينما لا تكون الذرة والفاصوليا والشوفان *Avena sativa* والخيار والتبغ من النباتات العائلة للفايروس.

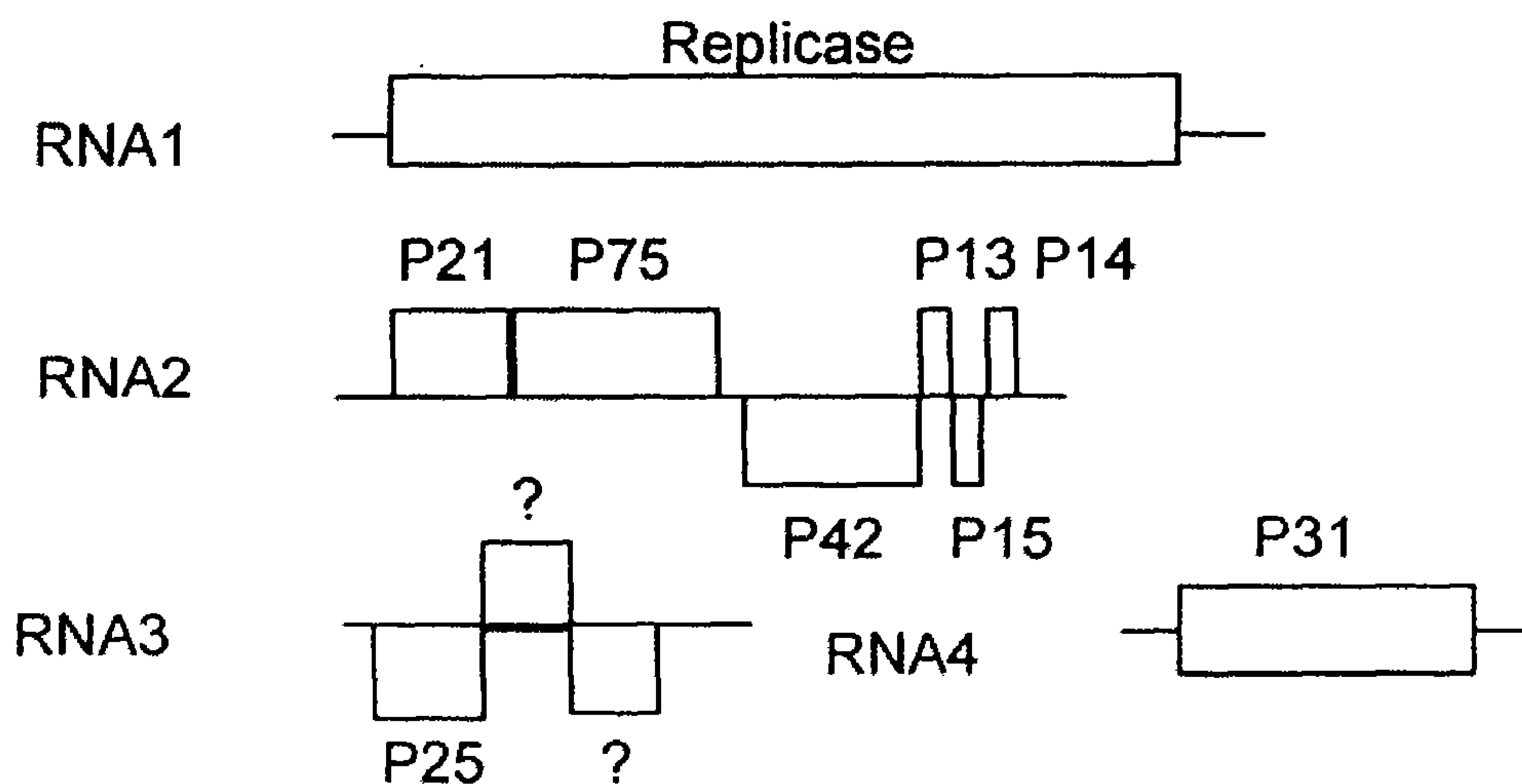
النوع المشخص للإصابة ( Diagnostic Species) هو نبات القمح حيث تظهر الأعراض بعد إسبوعين أو اكثر من التلقيح في درجة حرارة 20 مْ أو اقل أما إذا كانت درجة الحرارة اعلى من ذلك فالأعراض تكون قليلة أو لا تظهر. اما درجة الحرارة المثلى في البيت الزجاجي فهي 16 مْ. بين (Ohsato *et al.*,2003) أن درجة الحرارة المنخفضة نسبيا (أقل من 20 مْ) للإصابة بهذا الفايروس تتحدد أساسا بتضاعف RNA1 التي تشفر لإنزيم RNA replicase الفايروسي ويتم التلقيح ميكانيكيا أو بواسطة العامل الحيوي. تزداد الأعراض عند وضع النباتات الملقحة في الظلام لمدة 4 – 5 أيام (Brakke,1971).

## فايروس (BNYVV)

## Beet necrotic yellow vein furovirus

يسبب هذا الفايروس والفايروس القريب *Beet soil-borne furovirus* (BSBV) مرض جنون الجذر Rhizomania على جذور البنجر السكري *Beta vulgaris* var. *saccharifera* والسبانخ *Spinacia oleracea*. سجل المرض أول مرة في إيطاليا سنة 1959. ينتشر المرض في أوربا وآسيا وأمريكا الشمالية في اكثر من 25 بلدا.

يسبب المرض خسائر تعادل 50 إلى 70 % من وزن الجذور و2 إلى 4 % من نسبة السكر في الجذر ويمكن ان يظهر المرض بصورة وبائية( CABI & EPPO , 1995).




شكل 6.11: مخطط جينوم فايروس BNYVV. تمثل الخطوط أجزاء الجينوم الأربعة. الأشكال الرباعية تمثل مناطق التشفير. RNA2 متعددة السيسترونات. 3 ' ORFs (P42, P13, P15, P14) يعبر عنها في جزيئات RNA الجزئية الجينوم وكل تتابع تشفير موجود اعلى الشكل الرباعي

عن: (Lubicz *et al.*,2007)

الممـرض (**Pathogen**): جسـيمات الفـايروس BNYVV عصـوية ذات تنـاظر لولبي، غير مغلفة، قطرها 20 ن م، الجينوم مقسم على 4 جسيمات اطوالها 390 و265 و100 و70 –85 ن م (شـكل6.11) تقابلهـا أعـداد نيوكليـدات RNA تسـاوي 7100 و4800 و1800 و1500 نـت على التوالي( ; CABI & EPPO, 1995 ; EPPO,2004 ICTVdB Management,2006).

عند مقارنة عزلات مختفة من الفايروس من مناطق مختلفة من العالم تبين وجود تماثل في RNA1 وRNA2 بينما توجد إختلافات بسيطة بين RNA3 وRNA4. عزلة واحدة إحتوت على جسيمة خامسة تحتوي على RNA4 محذوف لكنها أكثر عدوانية في إحداث المرض(CABI & EPPO , 1995a). حسب (Schirmer *et al.*,2005)

توجد 3 مجاميع من الفايروس هي A وB وP الأخيرة تحتوي على RNA-5 وهي الأكثر عدوانية حيث تطورت على الأصناف المقاومة من البنجر السكري، وهذه السلالات تتوزع في مناطق جغرافية مختلفة من العالم.

## الأعراض (Symptoms)

الأعراض على النباتات المزروعة في الحقول الشديدة التلوث تظهر النمو غير المسيطر عليه للجذر مع نخر الجذور الصغيرة. الجذر يتخذ شكل القمع وهيئة (اللحية) والتقزم والمقطع العرضي له يظهر تلون الحلقة الوعائية أو الطرف الجذري كله. أما في الحقول الأقل تلوثا فالأعراض تكون أقل وتظهر على الجذور الجانبية. كما أن ظهور تشوهات سرطانية خصوصا على الجذور الصغيرة تكون من الأعراض المميزة للمرض (شكل6.12).



شكل 6.12: أعراض مرض جنون الجذر على البنجر السكري المصاب بفايروس BNYVV حيث يلاحظ صغر الجذر وكثافة النموات الزائدة للجذور الثانوية

عن: (EPPO,2004) و

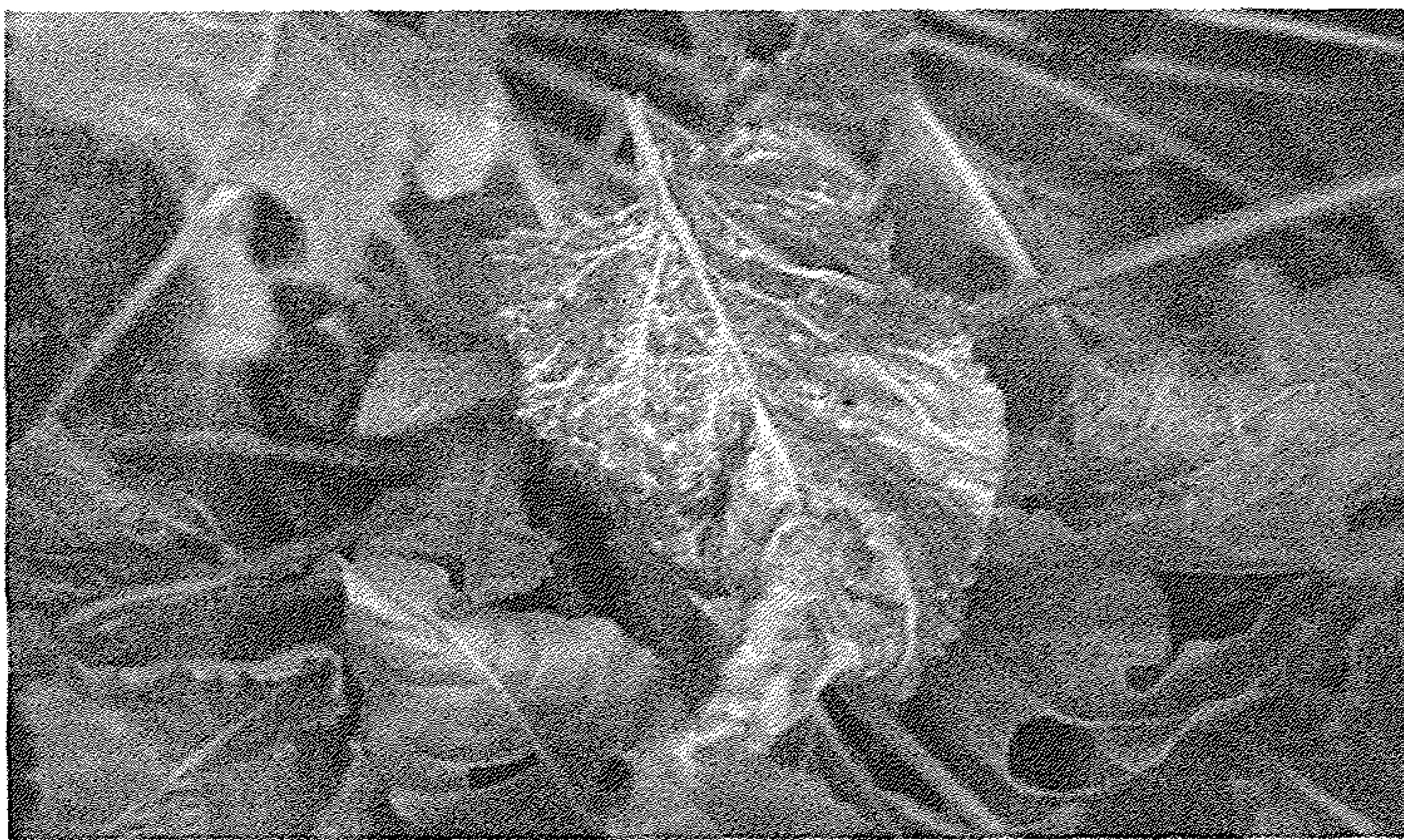
http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Beet_necrotic_yellow_vein_virus/BNYVV0_images.htm

ومن الأعراض المميزة التي تظهر على الأوراق في نهاية الموسم تكون بعد سقوط الأمطار حيث تصبح الأوراق خضراء شاحبة، شفافة وقائمة بشكل بؤر في الحقل. كما تظهر الأوراق إصفرار العروق بعد العرق الوسطي ونخر الأوراق. إنخفاض درجة الحرارة يمكن ان يخفي الأعراض وتحصل إصابات كامنة (شكل6.13 و6.14).



شكل 6.13: أعراض الإصابة بفايروس BNYVV في حقل البنجر السكري، حيث تبدو كلقع من النباتات المصابة(يمين) والشكل القائم للأوراق المصفرة والضيقة النصل كعرض مميز للإصابة(يسار)

عن: (EPPO,2004)

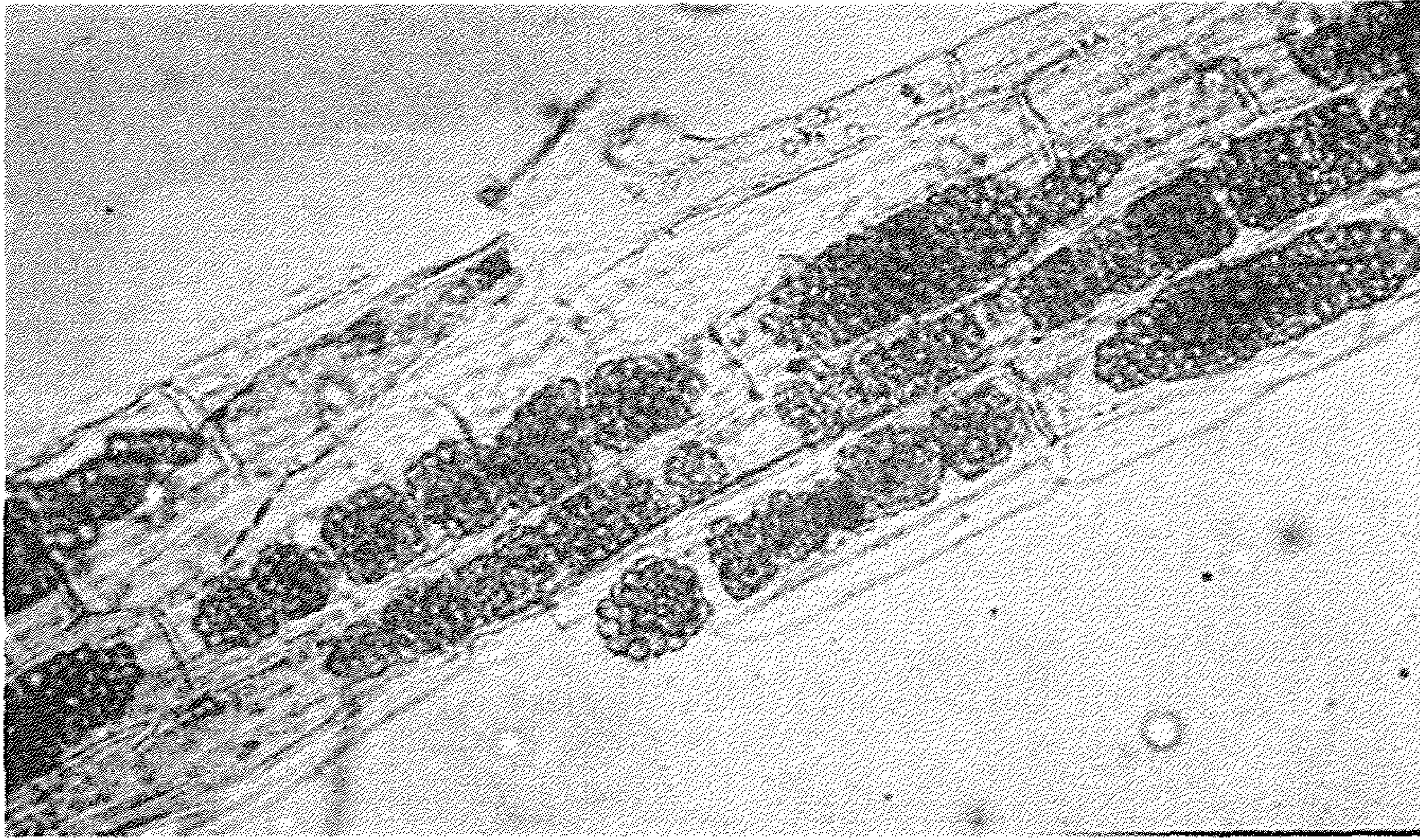


شكل 6.14: إصفرار العروق من الأعراض المميزة لإصابة نبات البنجر بمرض جنون الجذر

عن: (EPPO,2004)

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتشر المرض بواسطة الفطر *Polymyxa betae*. ومن العوامل المساعدة على انتشاره حركة التربة وبقايا الجذور وماء الري. الرطوبة الزائدة وإرتفاع درجات الحرارة يشجع نمو الفطر الناقل وبالتالي انتشار الإصابة بالفايروس(EPPO,2004). وجد (Lubicz *et al.*,2007) جسيمات شبيهة بالفايروس في الحوافظ السبورية للفطر *P. betae* واستنتجوا أن مصاحبة فايروس BNYVV في تضاعفه وحركته للأطوار الحافظية والسبورية للفطر أن الفايروس يستقر في ناقله الحيوي خلال اكثر من مرحلة من دورة حياته توحي ان هذا الفطر ليس ناقل حيوي للفايروس فقط بل قد يكون عائلا له ايضا(6.15).



شكل 6.15: الضامات المتكيسة (Cystosori) للفطر ***P. betae*** في جذر نبات البنجر السكري

عن: (EPPO,2004)

ذكر (Schirmer *et al.*,2005) وجود إصابات تآزرية لـ RNA-5 من خلال بروتين p25 الذي تشفره RNA3. بينما بين (Chiba *et al.*,2008) أن بروتين p25 الذي تشفره

RNA3 هو المسؤول عن إحداث اعراض جنون الجذر في البنجر السكري *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*، كما أنه يترافق مع إستجابة المقاومة عند التلقيح الميكانيكي للفايروس على نباتات البنجر السكري المزروعة والنوع البري *Beta vulgaris* subsp. *maritima* . الفايروس يوجد في خلايا الجذور الصغيرة واقل انتشارا في الجذور الوتدية كما انه ينتقل احيانا إلى الأجزاء الخضرية لكنه لم يلاحظ ابدا في البذور.

من أجل معرفة النباتات القابلة وغير القابلة للإصابة والنباتات الكاشفة يمكن مراجعة( ICTVdBManagement,2006).. ولمعرفة طرق العزل والتشخيص يمكن مراجعة (EPPO,2004).

السيطرة على المرض (**Control**)

1. استخدام الأصناف المتحملة للإصابة يمكن ان تقلل الخسائر إلى 15 %.
2. تعقيم التربة بمحلول بروميد المثيل يمكن ان يكون نافعا في المساحات الصغيرة للسيطرة على الفطر الناقل(CABI & EPPO , 1995).

## الأمراض المتسببة عن فايروسات *Hordeivirus*

## فايروس (Barley Stripe Mosaic Virus (BSMV

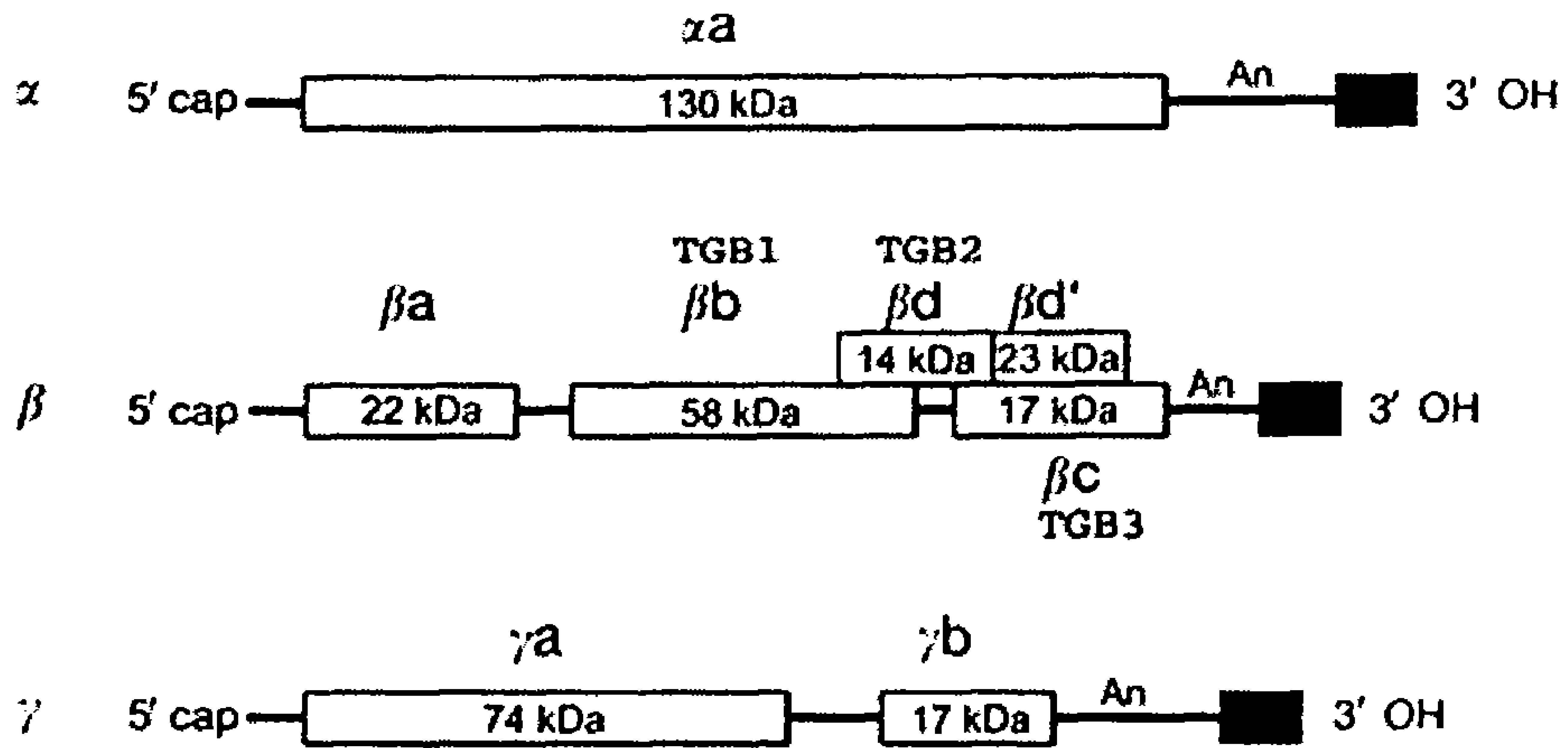
أول تسجيل للفايروس على الشعير والقمح كان من قبل McKinney سنة 1951. وهو عالمي الانتشار.

المرض (**Pathogen**): الفايرون يكون عصوي الشكل، مستقيم عادة طوله 112 – 150 وقطره 18 – 24 ن م مع وجود قناة محورية قطرها 3 – 4 ن م.

الحامض النووي يشكل 3.8 – 4 والبروتين 96 %. الجينوم يتالف من ssRNA تحتوي على 10289 نت يتوزع على 3 اجزاء RNA- α وRNA-β وRNA-γ مغلفة

كل على إنفراد (شكل6.16). الكبيرة تحتوي 4000 نت والأصغر منها 3289 نت والأصغر 3164 نت.

للفايروس 3 بروتينات حركة: 58 ك د و14 ك د و17 ك د مطلوبة من أجل الانتقال من خلية إلى خلية(Lim *et al.*,2008). بينما يقوم البروتين γb بدور في الضراوة وتعطيل دفاعات العائل خلال إصابة نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين(Torrance *et al.*,2006).



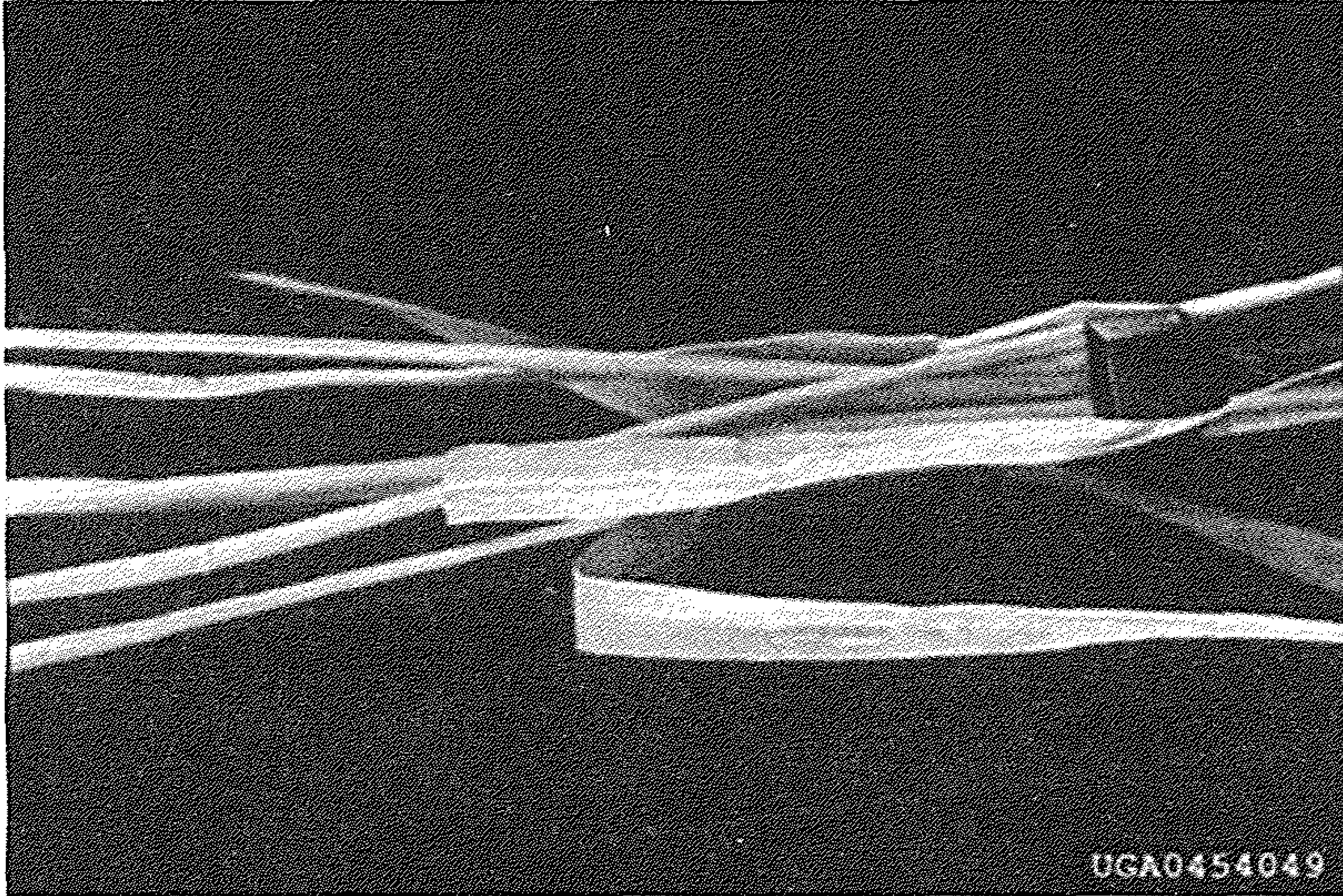

شكل 6.16: مخطط جينوم فايروس BSMV. أوزان البروتينات المشفرة داخل المستطيلات. البروتينات الثلاثية المعطلة للجين 1 و2 و3 مؤشرة على β RNA المستطيلات السوداء تشير إلى تراكيب شبيهة بجزيئات tRNA

عن: (Torrance *et al.*,2006)

الفايرونات تتواجد في جميع أجزاء النبات المصاب حيث توجد في سايتوبلازم ونواة الخلايا. لا توجد مضمنات خلوية لكنها يمكن ان تحدث حويصلات محيطية في البلاستيدات الخضراء(Brunt *et al.*,1996). يعتقد إن تضاعف الفايروس يتم في الحويصلات المحيطية للبلاستيدات الخضراء(Torrance *et al.*,2006).

**الأعراض (Symptoms)**

النباتات المصابة تحت ظروف التجربة تظهر أعراض الموزائيك المخطط إذا كانت من ذوات الفلقة الواحدة وقروح موضعية إصفرارية في نباتات ذوات الفلقتين. فعلى الشعير والقمح والشوفان والذرة تظهر اعراض موزائيك مخطط جهازية (شكل6.17). وعلى نباتات *Chenopodium amaranticolor* و *C. quinoa* و *C. album* تتكون قروح إصفرار كبيرة موضعية. وعلى البنجر السكري والتبغ صنف Samsun تظهر قروح إصفرار موضعية. أما على السبانخ فتظهر أعراض موزائيك جهازية.




شكل 6.17: أعراض الإصابة بفايروس BSMV على اوراق الشعير

عن: (J. Begtrup, State Plant Pathology Institute, Bugwood.org)

**تطور المرض (Development of Disease)**

لا ينتقل الفايروس بواسطة ناقل حيوي بينما ينتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي والبذور بنسبة تصل إلى 90 – 100 % وكذلك بواسطة حبوب الطلع.

النباتات الحساسة للمرض تنتمي إلى عوائل *Gramineae* و*Chenopodiaceae* و*Solanaceae*.

لمعرفة العوائل الحساسة والغير قابلة للإصابة والعوائل الكاشفة يمكن مراجعة(ICTVdB Management. 2006 s).

**السيطرة على المرض (Control)**

السيطرة على المرض تتم من خلال استخدام البذور الخالية من الفايروس(Agrios,1997).

## أمراض جنس Potexvirus

## Diseases Caused by *Potexvirus*

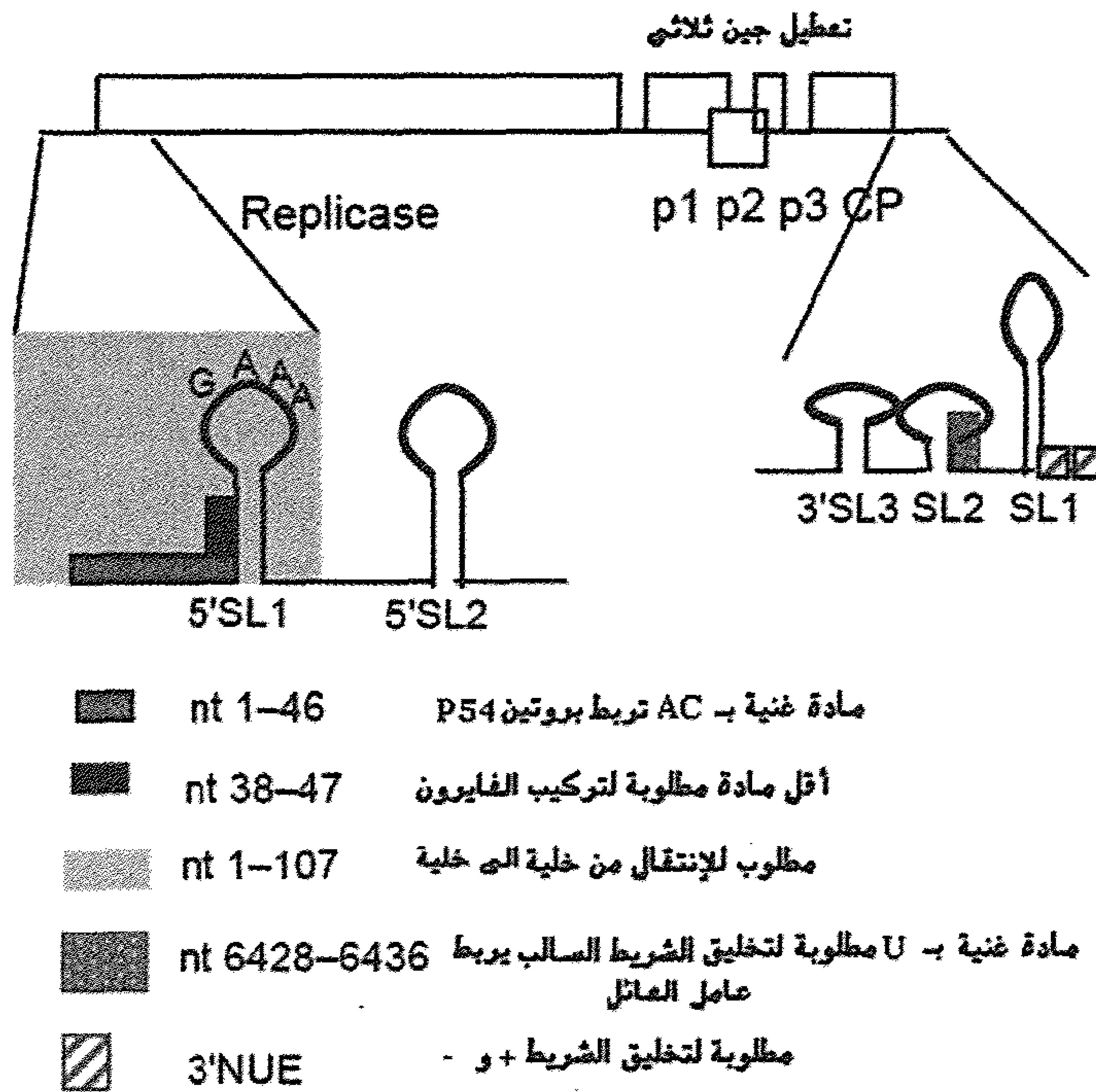
يعود الجنس *Potexvirus* إلى عائلة *Flexiviridae* التي تضم سبعة اجناس اخرى تتسم بمرونة جسيماتها(Adams *et al.*, 2004). جسيمات هذه الفايروسات خيطية مرنة طولها 470 – 580 ن م ذات غلاف مكون من بروتين واحد (شكل6.18).



شكل 6.18: صورة بالمجهر الإلكتروني لجسيمات *Potato Virus X*

عن: (ICTVdB Management ,2006q)

يضم الجنس *Potexvirus* 21 نوعا من الفايروسات على الأقل مع حوالي 30 نوعا غير مؤكدة التصنيف. أشتق أسم الجنس من فايروس *Potato Virus X*. هذه الفايروسات واسعة الانتشار تسبب خسائر مهمة في إنتاج النباتات المزروعة وتشوها في نباتات الزينة.




شكل 6.19: مخطط جينوم *Potexvirus*. الخطوط تشير إلى تتابع RNA والأشكال الرباعية إلى ORFs. أسم كل ORF مكتوب فوق الجينوم. عناصر NTR (منطقة غير مترجمة) 5 و3 مبرزة (خصوصا SL15 وSL25 وSL13 و3 SL2 وSL33). الأشكال الرباعية المظللة والمخططة تمثل عناصر مهمة في NTRs '5 و'3 التي تسيطر على تخليق RNA والتغليف والحركة

عن: (Verchot-Lubicz *et al.*,2007)

الممرض (**Pathogen**): فايروسات هذا الجنس أحادية الجينوم الذي يتألف من

+ssRNA يشفر لخمسة أطر مفتوحة القراءة (ORFs) موضحة في شكل6.19 . للنهاية '5 رأس من Methylguanosine والنهاية '3 لها ذيل متعدد (A). الإطار ORF الأول يشفر لإنزيم Replicase الفايروسي . أما المنطقة الوسطى من الجينوم فتشفر لثلاثة ORFs متداخلة تعرف بمعطل الثلاث جينات ((Triple-Gene Block (TGB. إن هذه البروتينات مطلوبة من اجل حركة الفايروس من خلية إلى خلية. أما الإطار ORF الأخير فهو بروتين الغلاف (CP) الضروري لتركيب الفايرون وانتقال الفايروس من خلية إلى خلية(Verchot-Lubicz *et al.*,2007).

### الأعراض (Symptoms)

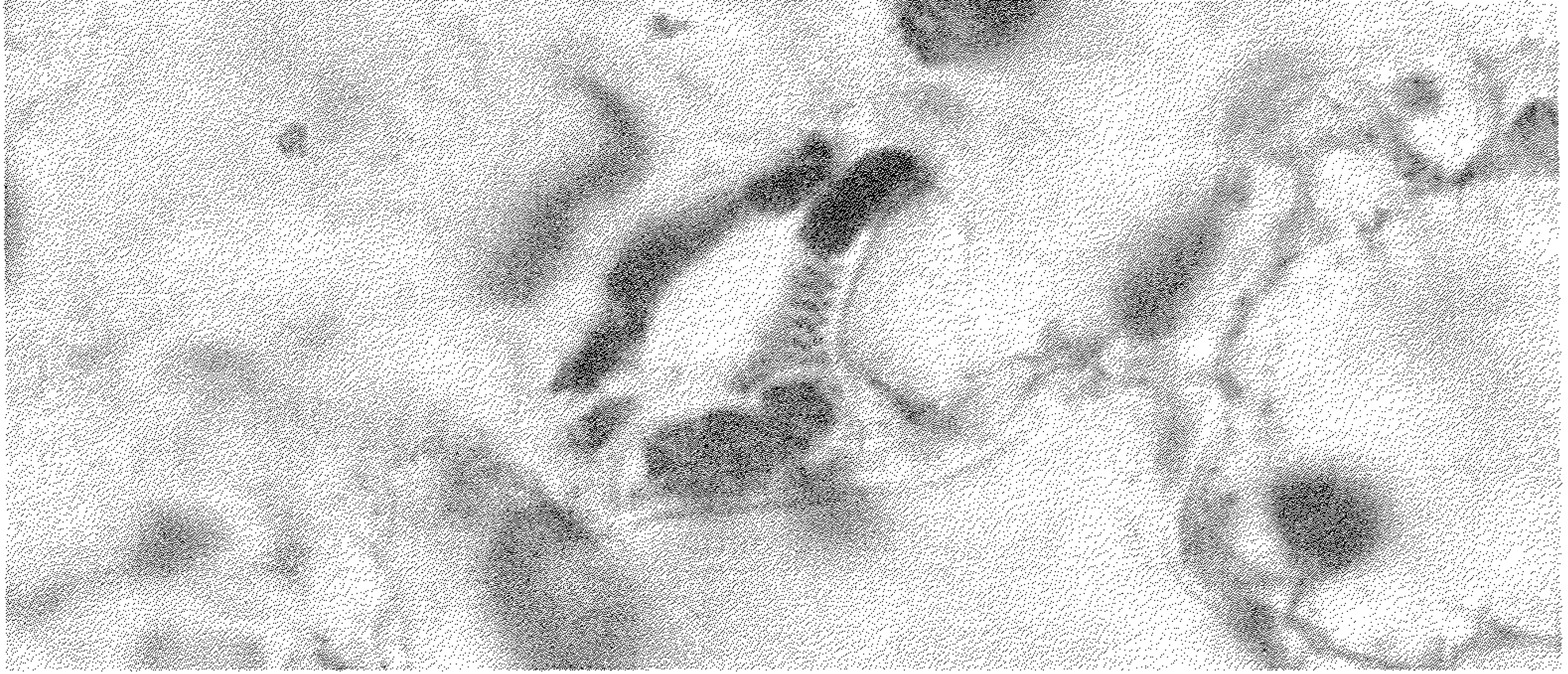
أهم الأعراض المتسببة عن هذه الفايروسات هي الموزائيك والبقع الحلقية على الأوراق كذلك التبرقش والتشوه. النباتات المصابة تكون ضعيفة النمو أو تصبح متقزمة.

تصيب هذه الفايروسات نبات البطاطا ونباتات الزينة .*Angelonia* sp وحلق السبع .*Antirrhinium* sp و.*Deutzia* spp و*Hydrangea* sp والسحلب *Nandina domestica* و .*Petunia* spp و*Phlox stolonifera* و*Physostegia virginiana* و*Portulaca* (Derr,1999 ; ICTVdB Management ,2006q).

### النباتات المشخصة للإصابة (Diagnostic Hosts)

الداتورا *Datura stramonium* حلقات إصفرار جهازية ثم موزائيك وتبرقش.

التبغ *Nicotiana tabacum* أعراض جهازية بشكل بقع حلقية أو تبرقش. علما ان بعض السلالات تحدث إصابات غير اعراضية في درجات الحرارة العالية في البيت الزجاجي (ICTVdB Management ,2006q).



شكل 6.20: الخلايا الحارسة المحتوية على مضمنات خلوية محزمة

عن: (Derr,1999)

يمكن ان يظهر الفحص المجهري وجود مضمنات خلوية محزمة داخل الخلايا المصابة أو تكون بشكل قطرة الدمعة أو بشكل نثار الزجاج المهشم (شكل6.20).

**تطور المرض (Development of Disease)**

وسيلة الانتقال الرئيسة لهذه الفايروسات هي عن طريق التكاثر الخضري للنباتات وهي مشابهة لفايروسات *tobamovirus* في كونها تنتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي لكنها لا تنتقل بواسطة حبوب الطلع ولا تنتقل عادة بواسطة البذور.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. الإجراءات الصحية المتضمنة استخدام الأدوات النظيفة والمعقمة في التقليم الخ.
2. إزالة النباتات المصابة.
3. زراعة التقاوي الخالية من الفايروس(Derr,1999).

## الأمراض المتسببة عن جنس *Carlavirus*

## Diseases Caused by *Carlavirus*

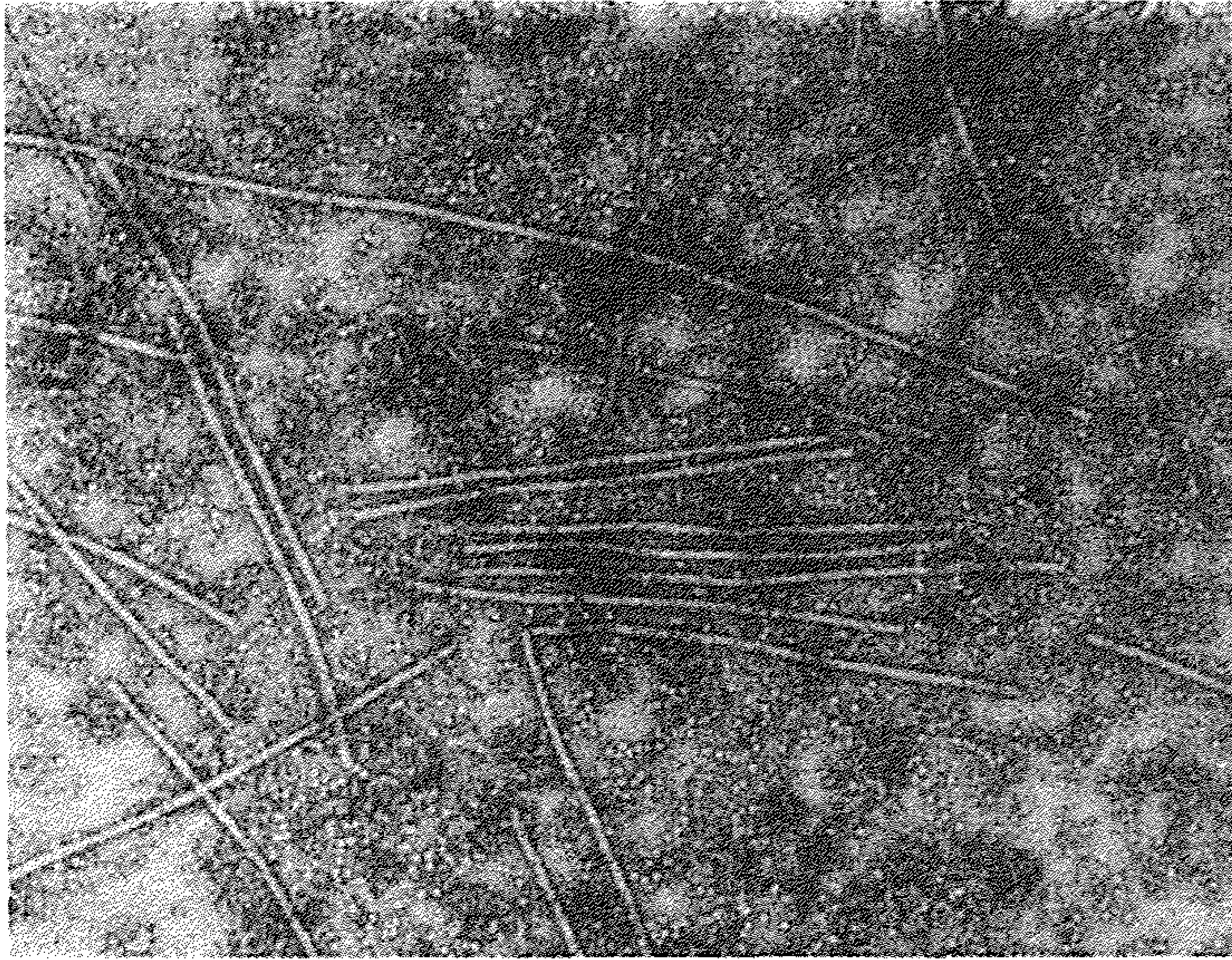
هذه الفايروسات عالمية الانتشار. أشتق اسم الجنس من اسم النوع النموذجي *carnation latent virus*. يضم الجنس أكثر من 50 نوعا منها *pea streak virus* و*poplar mosaic virus* تسبب أمراضا مهمة. بعض هذه الفايروسات تحدث إصابات تآزرية مع فايروسات اخرى حيث تسبب امراضا خطيرة مثل فايروس *lily symptoless virus* مع *cucumber mosaic virus*(Agrios,1997). وسجل (Nagata *et al.*,2003) نوعا جديدا هو (MYaV) *Melon yellowing-associated virus* يسبب إصفرار وتبرقش البطيخ (*Cucumis melo*).

الفايرونات تكون بشكل خيوط مرنة طولها 509 – 720 وقطرها 11 – 18 ن م (شكل6.21). محتوى الحامض النووي 2.5 إلى 8.5 % ويكون بشكل جزيئة واحدة، الطول الكلي للجينوم هو 6480 – 8535 نت(ICTVdB Description, 2002d). تضم تتابعات RNA الفايروس 5 أطر قراءة مفتوحة (ORFs) لأربعة من بروتينات الغلاف إضافة إلى بروتين خامس. تتابعات الأحماض الأمينية الأربعة وموقع ORFs في الجينوم تشابه كثيرا تلك التي في جينوم فايروس *potexvirus* وتشير إلى القرابة التصنيفية بينها(Memelink *et al.*,1990).

الفايرونات تترافق مع فايروسات مساعدة لكنها لا تعتمد عليها في التضاعف.

تتواجد الفايرونات في السايتوبلازم أو البلاستيدات الخضراء أو الميتاكوندريا، المضمنات الخلوية تكون موجودة أو لا في الخلايا المصابة وإن وجدت تكون بلورية في السايتوبلازم أو غير متبلورة أو غشائية أو ذات اشكال غير إعتيادية.

تنتقل الفايروسات هذه بواسطة التلقيح الميكانيكي والتقاوي الملوثة والتطعيم وحشرات *Aleyrodidae* أو *Aphididae*(ICTVdB Description, 2002d).



شكل 6.21: صورة بالمجهر الإلكتروني لجسيمات *Carlavirus*

عن: (ICTVdB Description, 2002d)

## أمراض فايروسات جنس *Capillovirus*

## Diseases Caused by *Capillovirus*

أسمها يعني الفايروسات الشعرية. من أنواعها *apple stem grooving virus* و *citrus tatter leaf virus*.

جسيماتها تكون خيطية مرنة طولها 600 – 1536 وقطرها 12 – 19 ن م.

الفايروس أحادي الجينوم ssRNA حجمه 56. ك ق، نسب القواعد فيه G 20.5 % وA 30.8 % وC 20 20 .7 % و U 829. %. منطقة A متعدد موجودة.

توجد الفايرونات في سايتوبلازم ونواة الخلايا المصابة وتحدث مضمنات خلوية تحتوي على فايرونات بشكل أجسام X غير متبلورة أو فايروبلازم (Viroplasm).

من النباتات العائلة البنجر السكري والقرنبيط والتبغ والباقلاء والحمضيات. من

اجل معرفة النباتات العائلة وغير العائلة يمكن مراجعة (Brunt *et al.*,1996).

لا تنتقل هذه الفايروسات بواسطة ناقل حيوي بل عن طريق التلقيح الميكانيكي والتطعيم أو البذور.

## أمراض فايروسات جنس *Trichovirus*

## Diseases Caused by *Trichovirus*

اسم الجنس يعني ان شكل الفايروس شعري وهذه الفايروسات مشابهة لفايروسات *Capillovirus*. يضم الجنس *Trichoviruses* الأنواع *Apple chlorotic leaf spot trichovirus* و *Heracleum latent trichovirus* و *Potato T trichovirus*.

الفايرونات خيطية مرنة عادة طولها 637 – 1800 وعرضها 210. ن م. الجينوم ssRNA أحادي خطي حجمه 57. - 28. ك ق.

الفايروسات توجد في السايتوبلازم ولا تتكون مضمنات في الخلايا المصابة.

تنتقل هذه الفايروسات بواسطة عوامل نقل حيوية كالحشرات والحلم بطريقة شبه باقية فهي لا تتضاعف فيها وتحتاج إلى فايروس مساعد من اجل الانتقال بالحشرة والحشرة تفقد الفايروس بعد الإنسلاخ. ويمكن أن تنتقل هذه الفايروسات بواسطة التلقيح الميكانيكي والتطعيم والبذور كما أن البذور تصاب عن طريق حبوب الطلع(Brunt *et al.*,1996).

وهناك فايروسات قريبة من الجنسين *Capillovirus* و*Trichoviruses* هي فايروسات *Vitivirus* حيث تمتلك مظهر جسيمات متشابه وتشتركان في كون التضاعف يتم بواسطة بروتينات مشفرة من قبل ORF1 الذي يحمل بصمة تشابه في التتابعات المجموعة الكبيرة "alpha-like" من فايروسات ssRNA مثل *Trichoviruses* و *Capillovirus* و *Potexvirus* و *Carlavirus* و *Tymovirus*( ICTVdB Description, 2002e).

## الأمراض المتسببة عن فايروسات *Potyviriodae*

## Diseases caused by *Potyviriodae*

هذه الفايروسات تكون خيطية مرنة أطوالها 680 – 900 أو 500 – 600 و200 – 300 ن م وقطرها 12 – 15 ن م.

الحامض النووي يشكل 5 % من وزن الفايروس ويكون خطيا بشكل +ssRNA بطول كلي يساوي 8500 – 000 10 نت. النهاية 5-' للجينوم مرتبطة مع بروتين VPg أما النهاية 3-' له فذات (A) متعدد. الجينوم المتعدد يكون على أكثر من شكل حيث تنقسم القطع إلى نوعين من الجسيمات. البروتين يشكل 95 % من وزن الفايروس(ICTVdB Description, 2002c).

تضم العائلة الأجناس *Potyvirus* و*Rymovirus* و*Bymovirus* أهمها الجنس *Potyvirus*(Agrios,1997).

## أمراض جنس Potyvirus

## Diseases caused by Potyvirus

يعود الجنس إلى عائلة *Potyviridae*.

يعتبر الجنس *Potyvirus* أكبر اجناس الفايروسات النباتية التي تسبب امراضا مهمة جدا على المحاصيل الزراعية فيضم إضافة إلى *potato virus y* الفايروسات *been common mosaic virus* و*been yellow mosaic virus* و*beet msaic virus* و*celery mosaic virus* و*papaya ringspot virus* و*lettuce mosaic virus* و *pepr mottle virus* و*plum pox virus* و*soybean mosaic virus* و *sugarcane mosaic virus* و*tobacco etch virus* و*turnip mosaic virus* و*watermelon mosaic virus* و*zucchini yellow mosaic virus* وفايروسات تصيب نباتات الزينة مثل *dasheen mosaic virus* و*tulip breaking virus*(Agrios,1997) علاوة على العديد من الأنواع الأخرى.

جسيمات الفايروس خيطية مرنة طولها عادة 650 – 900 وقطرها 11 – 20 ن م، ذات تناظر حلزوني والقناة المحورية التي تحتوي الحامض النووي قطرها 2 – 3 ن م.

الجينوم مؤلف من جزيئة واحدة من ssRNA+ خطية طولها 9000 – 12000 نت. نسب القواعد فيها G 21 – 26 % وA 23 – 44 % وC 14.9 – 28 % وU 15.6 – 30.9 %.

تضاعف الفايروس يتم في السايتوبلازم وعلى الرغم من وجود فايروس مساعد إلا أنه لا يستخدم في التضاعف وهو يستخدم في مساعدة فايروس آخر. يتواجد الفايروس في السايتوبلازم أو النواة أو في البلاستيدات الخضراء أو أجهزة كولجي أو في الفجوات أو في أماكن غير إعتيادية. المضمنات الخلوية تكون موجودة أو لا داخل الخلايا المصابة. وإن وجدت تكون بهيئة بلورات في السايتوبلازم أو النواة أو بشكل غير متبلور (أجسام X) أو بشكل اجسام غشائية أو فايروبلازما أو أشكال غير إعتيادية قد تحتوي أو لا تحتوي فايرونات.

تنتشر انواع هذا الجنس من الفايروسات بوسائل مختلفة منها الناقل الحيوي المتمثل بحشرات المن والتلقيح الميكانيكي والتطعيم والبذور وحبوب الطلع. والفايروس لا يحتاج إلى فايروس مساعد من اجل الانتقال بواسطة الناقل الحيوي لكنه يساعد على انتقال فايروسات أخرى.

تسبب هذه الفايروسات العديد من الأمراض المهمة على طيف واسع من النباتات(ICTVdB Description, 2002f).

## أمراض فايروس البطاطا Y

## Diseases caused by *potato virus Y*

أول تسجيل للفايروس كان على نباتات البطاطا سنة 1931. وهو النوع النموذجي لجنس *Potyvirus*.

يسبب الفايروس امراضا خطيرة على البطاطا ونباتات العائلة الباذنجانية وعلى

نطاق العالم. يوجد الفايروس بسلالات عديدة. سلالة $PVY^{O}$ هي السلالة الشائعة وعالمية الانتشار بينما تنتشر سلالة $PVY^{N}$ وهي السلالة النخرية التي تسبب أعراض خفيفة على الأوراق ولكن تسبب ايضا نخر على اوراق الأصناف الحساسة في أوربا وأجزاء من أفريقيا وامريكا الجنوبية. السلالة $PVY^{C}$ بضمنها *potato virus C* تسبب تخطيط منقوش وتوجد في استراليا والهند وبعض مناطق المملكة المتحدة واوربا القارية. الإصابات المختلطة بين السلالات الشائعة والسلالة النخرية شائعة ويمكن أن يحصل إختلاط جينومي بينها منتجة هجن ($PVY^{N:O}$ و$PVY^{NTN}$). سلالات $PVY^{NTN}$ تسبب نخر الدرنات(Burrows & Zitter, 2005).

الممرض (**Pathogen**): الفايروس يتالف من جسيمة واحدة خيطية مرنة عادة طولها 684 – 730 وقطرها 11 ن م. ذات تناظر لولبي وقناة محورية قطرها 2 – 3 ن م.

الحامض النووي يشكل 5.4 - 6.4 % من وزن الفايروس ويكون بشكل جزيئة خطية واحدة من + ssRNA طولها 10400 نت. البروتين يشكل 693. - 694. % .

توجد الفايرونات في خلايا بشرة النبات داخل السايتوبلازم والفجوات. تظهر الخلايا المصابة ببعض السلالات مضمنات خلوية تتمثل ببلورات داخل النواة أو بشكل دولاب الهواء (Pinwheels). كما تظهر خلايا نباتات الداتورا *Datura metel* المصابة بسلالة YN الميتاكوندريا محاطة بخيوط غير محددة الطول قطرها 9 – 10ن م.

من الناحية المصلية تكون ذات علاقة مع فايروسات *tobacco etch virus* و *henbane mosaic virus* و *potato A virus* و*pepper veinal mottle virus*.

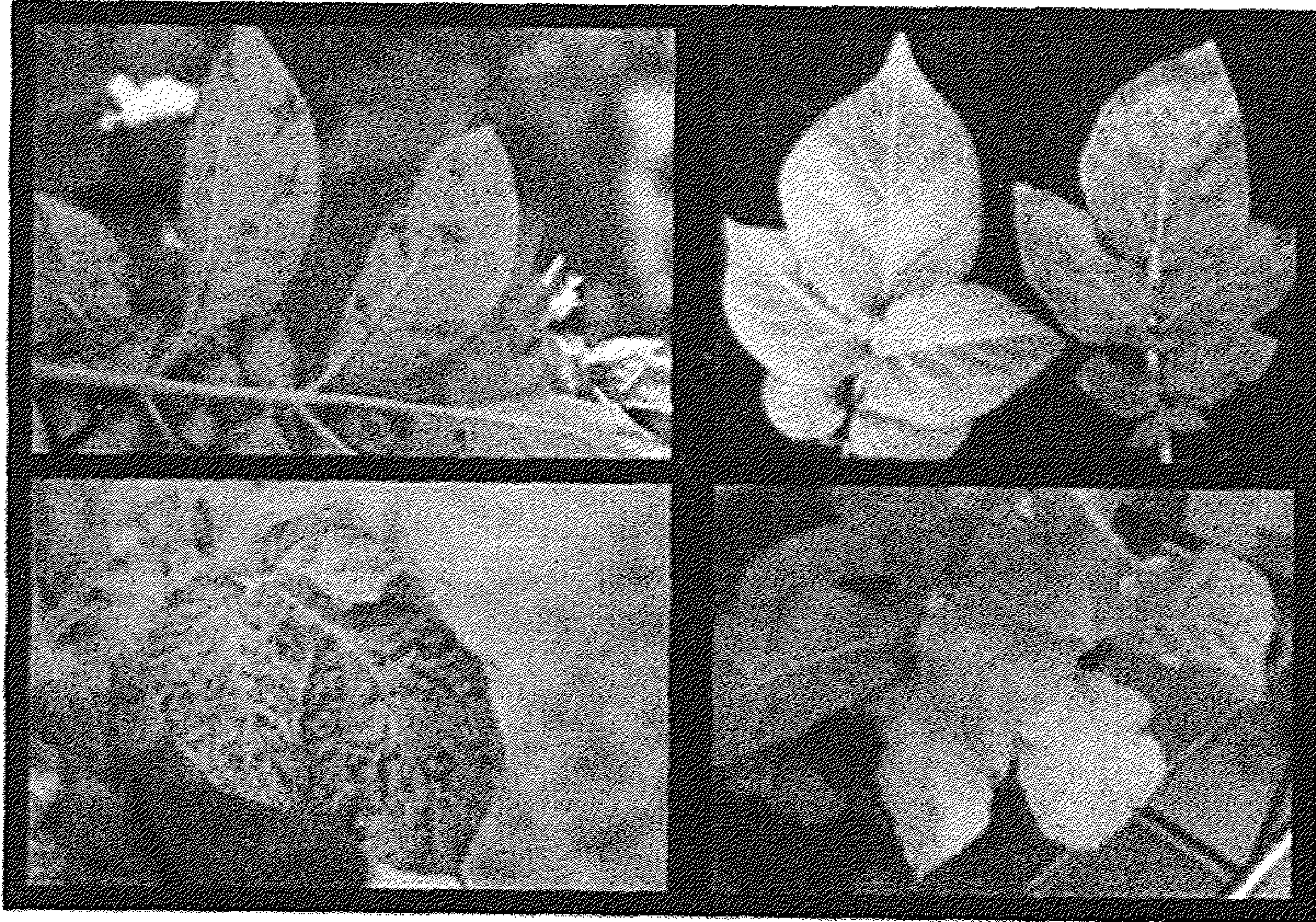
من وسائل تشخيص الفايروس إصابة نباتات *Tinantia erecta* حيث تحصل اعراض تبرقش جهازية شديدة وهو لا يصاب بفايروسات *potato aucuba mosaic* و*potato M* و*potato S*. كما أن معظم سلالات *potato virus Y* لا تحدث قروح موضعية على نبات 'A` *Solanum demissum* كالتي تكونها الإصابة بفايروس *potato virus A*. إصابة نباتات *Nicotiana glutinosa* تعطي أعراض تبرقش خفيف إلى جهازي شديد.

من النباتات الكاشفة التي لا تصاب نبات *Datura stramonium* و *Solanum demissum* `A' (ICTVdB Description, 2002h).

**الأعراض (Symptoms)**

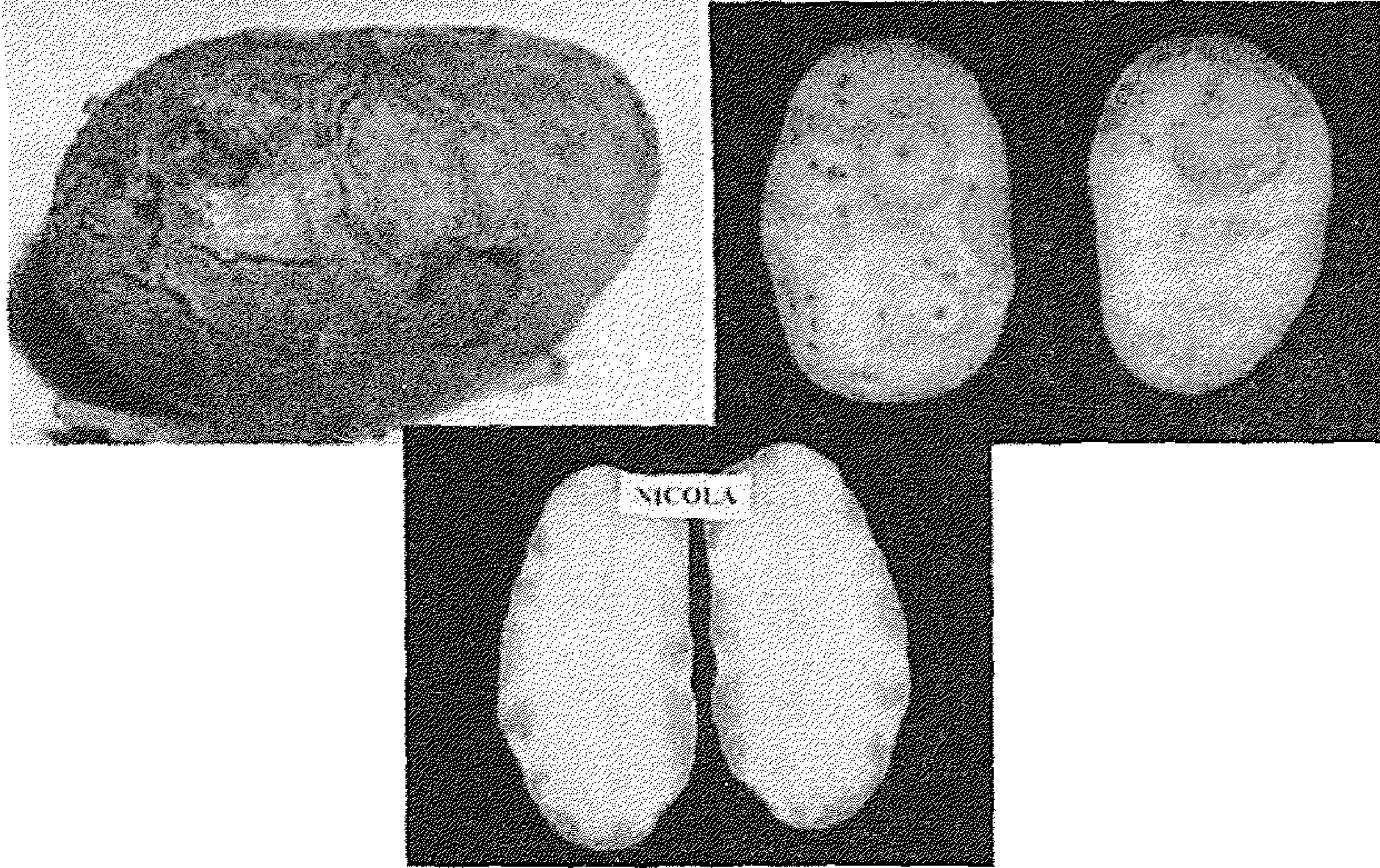
تتمثل أعراض المرض بقصر سلاميات الساق وتبقع وتشوه الأوراق العليا من النبات ونخر العروق، كما يسبب تساقط الأوراق والموت المبكر للنبات (شكل6.22). إن الأعراض تشتد أكثر من خلال الوجود المشترك لفايروسات PVY وPVX و *Potato virus A* حيث تصبح النباتات متقزمة والدرنات مختزلة وهو ما يعرف بمرض الموزائيك الخشن Rugose Mosaic.

يسبب المرض على البطاط تخفيض الإنتاج كما أن الدرنات المتأثرة لا تصلح للإكثار (شكل6.23 و6.24).



شكل 6.22: الأعراض النخرية أوراق نباتات الطماطة والتبغ(اسفل يمين) المتسببة عن فايروس $PVY^N$

عن: (Burrows & Zitter, 2005)




شكل 6.23: الأعراض النخرية على درنات لبطاطا صنف Nicola المتسببة عن فايروس $PVY^{N}$

عن: (Burrows & Zitter, 2005)



شكل 6.24: أعراض الإصابة بفايروس *potato virus Y* على نبات البطاطا

عن: D.N. Negev

G:\PLANT VIRUSES\POTYVIRIDAE\Potato Virus Y (PVY).htm

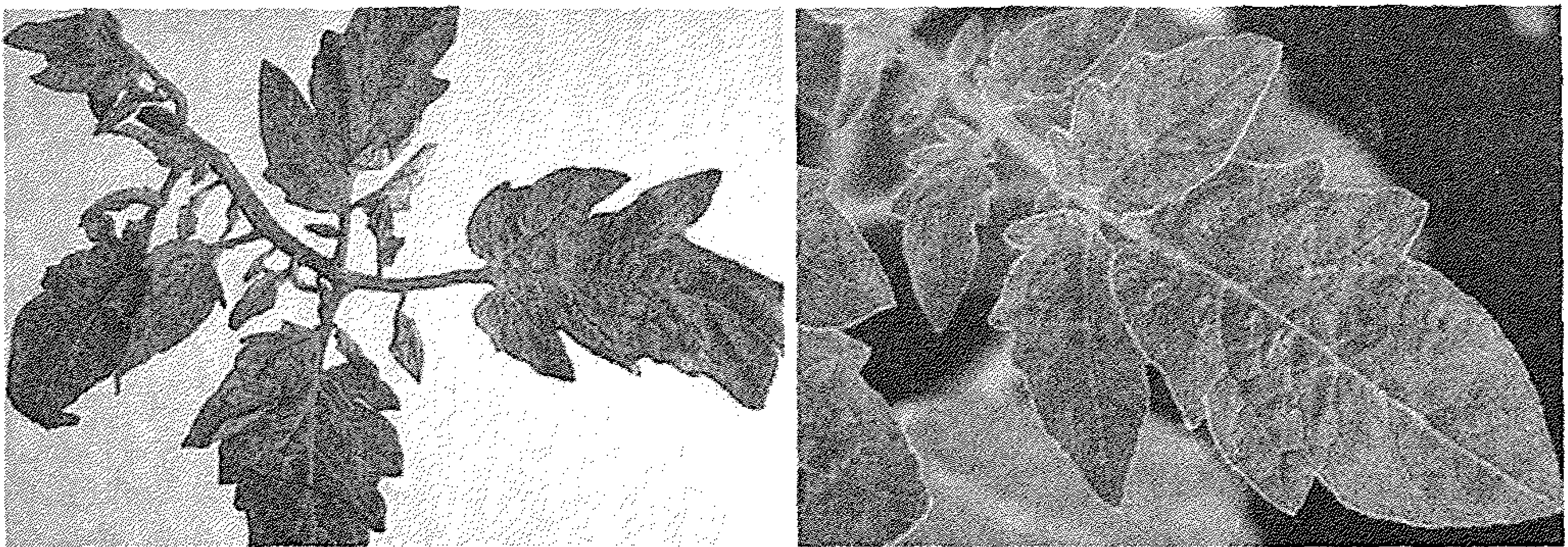
على نباتات .Capsicum ssp تسبب الإصابة تبرقش خفيف يشتد مع وجود فايروسات أخرى.

وعلى نباتات التبغ .Nicotiana ssp تسبب الإصابة تبرقش خفيف مع نخر العروق.

على نباتات الطماطة تسبب الإصابة بالفايروس تبرقش خفيف يشتد مع الإصابات الفايروسية المختلطة (شكل6.25).

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتشر الفايروس بواسطة الدرنات المصابة والعديد من انواع حشرة المن بطريقة غير باقية من خلال الإلتصاق بالأجزاء الفمية للحشرة. يمكن لهذه الحشرات إكتساب الفايروس خلال ثوان من التغذية وتنقله إلى نباتات البطاطا ونباتات العائلة الباذنجانية الأخرى بالسرعة نفسها. كما ينتقل الفايروس بواسطة التلامس إلا ان حشرات المن هي الوسيلة الأكفأ في الانتشار.



شكل 6.25: أعراض الإصفرار الخفيف(يمين) والتبرقش الخفيف(يسار) على اوراق الطماطة المصابة بفايروس *potato virus Y*

عن: (Wang & Green,2001)

تعتبر نباتات البطاطا الخزين الأرضي للفايروس في المناطق المعتدلة. أما في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية فإن الإدغال مثل *Solanum atropurpureum* و*Solanum nigrum* و أنواع *Physalis* تكون مصادر الفايروس(Wang & Green, 2001).

السيطرة على المرض (**Control**)

1. استخدام الأصناف المقاومة.
2. استخدام درنات سليمة للزراعة وتجنب الزراعة قرب محصول قائم من نفس النوع.
3. مكافحة حشرة المن.
4. حرق النباتات المصابة.

## فايروس الموزائيك العادي على الفاصوليا

## ***Bean common mosaic*** **(BCMV)**

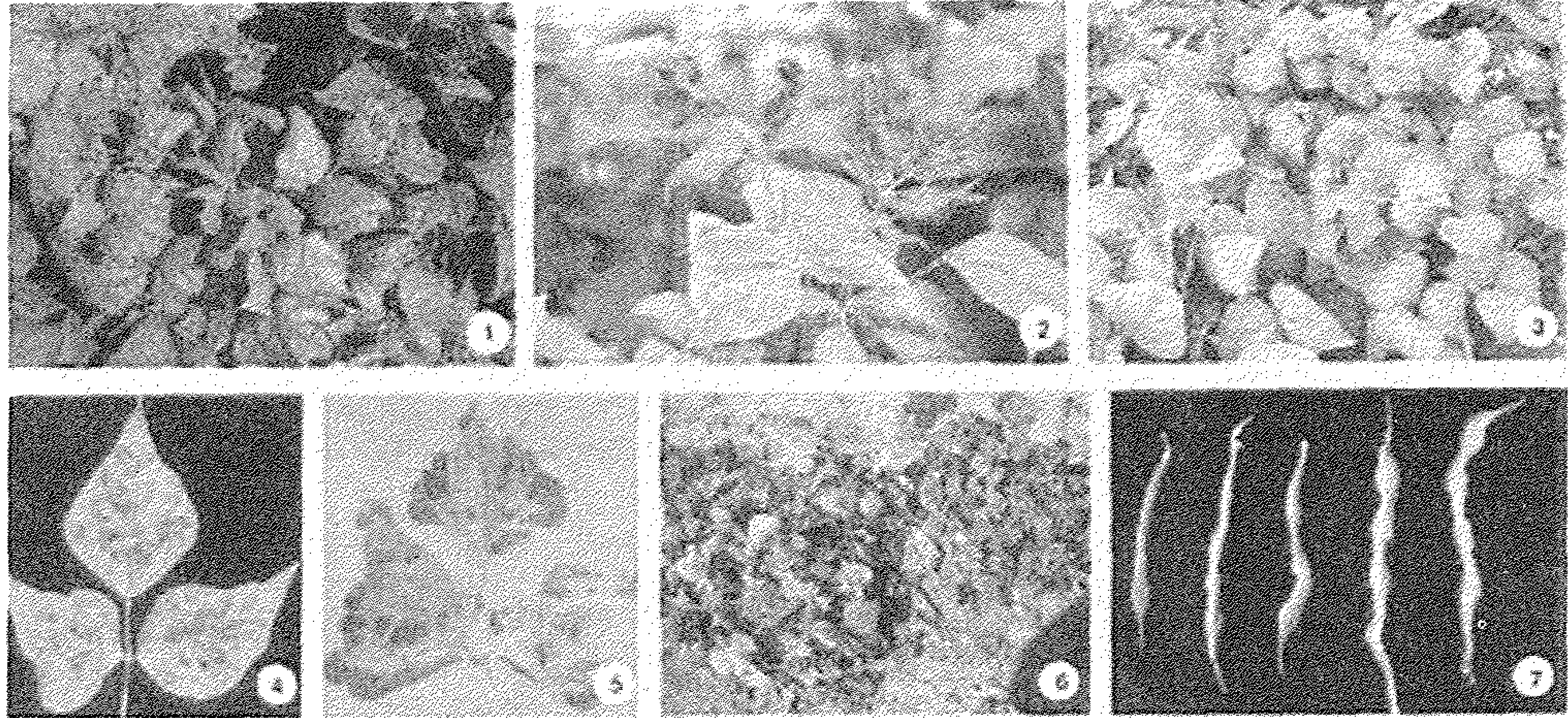
أول تسجيل للفايروس كان سنة 1917 في الولايات المتحدة على نباتات الفاصوليا.

يسبب هذا الفايروس مرضا مهما عالمي الانتشار على نباتات الفاصوليا. من السلالات الأكثر شيوعا للفايروس bean virus 1 (BV-1) وNew York strain (NY-15).

الممرض (**Pathogen**): جسيمات الفايروس تكون خيطية مرنة طولها 847 – 886 وقطرها 12 – 15 ن م. الجينوم أحادي يتالف من ssRNA حجمه 10 000 نت.

الفايروس القريب *bean yellow mosaic virus* (BYMV) كان قد سجل اول مرة في الولايات المتحدة وهولندا سنة 1925. وهو عالمي الانتشار.

يوجد الفايروس في خلايا جميع اجزاء النبات المصاب. وتظهر الخلايا المصابة مضمنات في النواة والسايتوبلازم بشكل بلورات ودولاب الهواء(Brunt *et al.*,1996).



شكل 6.26: أعراض الإصبة بفايروس BCMV على نباتات الفاصوليا. 1. الموزائيك، 2 .نحزم العروق وتشوه الأوراق، 3 و4 . أعراض موزائيك مختلفة 5 . تجعد الأوراق، 6 . تقزم النبات، 7 . تشوه القرون

عن: (Zitter&Provvidentipt,1984)

**الأعراض (Symptoms)**

تتمثل الأعراض بالموزائيك الأخضر وإنحناء الوريقات على عروقها الوسطية. كذلك تظهر أعراض تحزم أخضر للعروق وتشوهات للأوراق. النباتات تكون ذات حجوم مختزلة والقرون تتبرقش وتتشوه (شكل6.26).

هذه الأعراض تكون مشابهة لتلك التي يسببها فايروس *cucumber mosaic virus* (CMV) لكن هذه تكون عابرة بينما تلك المتسببة عن BCMV تكون باقية.

بعض أصناف الفاصوليا الجافة تظهر تفاعل فرط الحساسية عند إصابتها بالفايروس لأمتلاكها جين المقاومة I الذي يؤدي إلى حصول حالة تسمى الجذر الأسود. إن الإصابة ببعض سلالات الفايروس تؤدي إلى تلون الساق والجذر والذبول السريع (النخر الجهازي) والموت.

الأعـراض علـى نباتـات الفاصـوليا والبـازلاء تكـون بشـكل نخـر القمـة والموزائيك(سلالات B25 وScott). وعلى نباتات *Gladiolus* sp. و*Freesia* sp. و*Lupinus luteus* و*Robinia pseudoacacia* و*Trigonella foenum-graecum* و*Vicia sativa* و*Papaver somniferum* تكون بشكل خطوط وموزائيك وتبرقش وتشوه اوراق. وتكون الأعراض بشكل موزائيك على نباتات *Crotalaria spectabilis* والبازلاء *Glycine max* و*Trifolium subterraneum* والباقلاء *Vicia faba* والجت *Medicago sativa*.إن اعراض الموزائيك مع هذا الفايروس تكون من نوع الموزائيك الأصفر الذي يتميز به عن الموزائيك الأخضر المتسبب عن BCMV.

### تطور المرض (**Development of Disease**)

ينتقل الفايروس بواسطة البذور بينما يكون نادر البقاء في النباتات البقولية البرية. ينتقل الفايروس بكفاءة عالية بواسطة حشرات المن مثل من الفاصوليا *Aphis fabae* ومن اللوبياء *Aphis craccivora* ومن البازلاء *Acyrthosiphon pisum* ومن البطاطا *Macrosiphum euphorbiae* ومن الخوخ الأخضر *Myzas persicae* (Zitter&Provvidentipt,1984).

يضم الفايروس العديد من السلالات مثل *azuki bean mosaic virus* و*blackeye cowpea mosaic virus* و *cowpea (aphid-borne) mosaic virus* و*cowpea (blackeye) mosaic virus* و*cowpea vein-banding mosaic virus* و*peanut blotch virus* و*peanut stripe virus* وبعض سلالات من فول الصويا.

إن وسائل انتقال هذا الفايروس مشابهة لوسائل انتقال فايروس BCMV( Brunt *et al.*,1996).

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . استخدام بذور خالية من الفايروس.

2 . زراعة الأصناف المقاومة.

إن إجراءات السيطرة على الامراض المتسببة عن فايروس BYMV تكون أصعب كونه يمكن ان يبقى في النباتات المعمرة مثل البرسيم والكلاديولس(Agrios,1997).

## فايروس موزائيك الخس

## *lettuce mosaic virus* (LMV)

فايروس موزائيك الخس يسبب خسائر كبيرة من خلال انتشاره الوبائي على النبات. ينتشر المرض بواسطة حشرات المن بطريقة غير باقية. الإصابات الأولية للمرض تحصل بواسطة البذور الملوثة والنباتات المعمرة المصابة وتقوم حشرات المن *Myzus persicae* و*M. gei* و*Macrosiphum euphorbiae* و*Aphis gossypii* بنشر المرض على نطاق واسع(Moreno *et al.*,2007). كما ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي وتصاب البذور بواسطة حبوب الطلع(Brunt *et al.*,1996).

**الممرض (Pathogen)**: جسيمات الفايروس *lettuce mosaic virus* خيطية مرنة طولها 750 وقطرها 15 ن م مع وجود القناة المحورية. الجينوم يتالف من ssRNA.

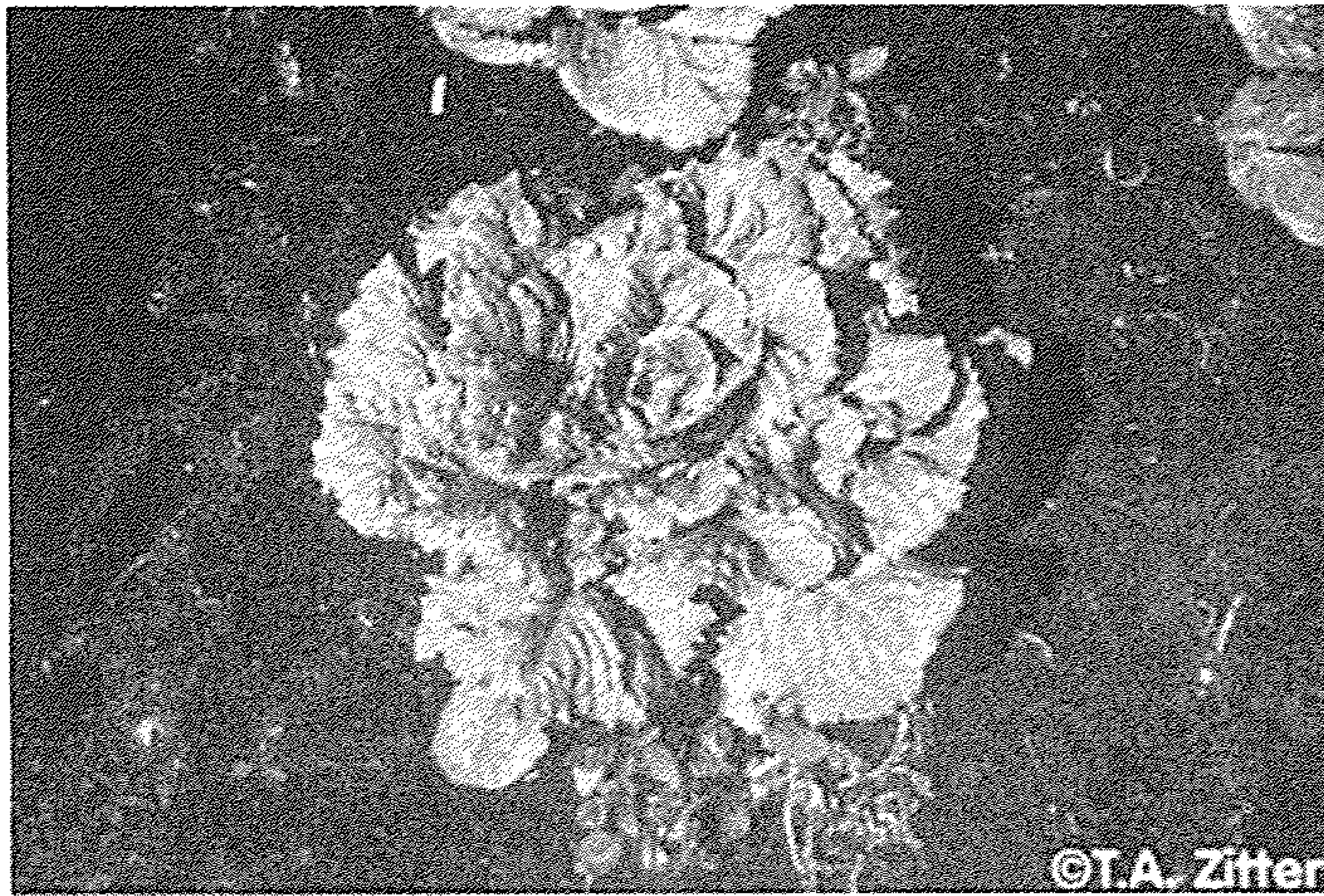
يتواجد الفايروس في سايتوبلازم الخلايا في كافة اجزاء النبات المصاب. الخلايا المصابة تظهر مضمنات بشكل دولاب الهواء واشكال غير إعتيادية وحزم لا تحتوي على الفايرونات(Brunt *et al.*,1996).

توجد سلالتين من الفايروس LMV هما LMV-0 وLMV-E كما يوجد جينا مقاومة متنحية هما mo11 وmo12 يكسبا النباتات مقاومة ضد الإصابة بسلالة LMV-0 حيث تنحصر الأعراض على الأوراق المصابة ولا تظهر أعراض جهازية. لكن سلالة الفايروس LMV-E تتمكن من تخطي تاثير جيني المقاومة محدثة أعراضا شديدة تتمثل

بالتقزم والموزائيك النخري في النباتات الحساسة بفعل البروتين HC-Pro بينما ترجع قدرة هذه السلالة على إحداث الأعراض في الأصناف المقاومة أو المتحملة إلى نصف الجينوم من النهاية '3(Redondo *et al.*,2001).

**الأعراض (Symptoms)**

الأعـراض علـى نباتـات الخـس (*Lactuca sativa*) تتمثـل بتبـرقش وإصـفرار الأوراق يعقبها تشوه ونخر الحواف وتقزم النبات وعدم تكوين رؤوس قابلة للتسويق (شكل6.27).




شكل 6.27: نبات خس مصاب بفايروس LMV

عن:

http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Impt_Diseases/Lettuce/Lettuce_Photos2.htm

و على نباتـات .*Lactuca* spp و *Senecio vulgaris* و .*Sonchus* spp تكـون بشكل قروح موضعية نخرية أو إصفرارية وتخطط ثم موزائيك وإصفرار العروق وتشوه

العروق.

الأعراض على النباتات المشخصة :

على نباتات *Gomphrena globosa* تظهر بقع نخرية موضعية وليست جهازية.

على *Chenopodium amaranticolor* و*C. quinoa* بقع نخرية موضعية ثم موزائيك جهازي.

و على *Carthamus tinctorius* و*Nicotiana benthamiana* موزائيك جهازي.

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . استخدام بذور خالية من الفايروس.

2 . الدورة الزراعية(Agrios,1997).

## مرض شاركا (Sharka)

## فايروس جدري الإجاص *plum pox virus*

لوحظ المرض للمرة الأولى من قبل المزارعين في بلغاريا سنة 1915 و1918 وأول وصف له كان سنة 1932 حيث اطلق عليه Atanosoff بالبلغارية اسم "Sarka po slivite" أي جدري الإجاص (Plum pox). بعد ذلك بسنوات توالت التقارير عن وجوده في عدد من الدول الأوربية وعلى مختلف أشجار الثمار ذات النوى الحجرية كالخوخ والمشمش وغيرها. وفي الثمانينات من القرن العشرين سجل المرض في مصر وسوريا وفي التسعينات في تشيلي والهند والولايات المتحدة. وتركز إهتمام عالمي على المرض حيث اخضع تداول أصول الأشجار الحساسة للحجر الزراعي.

يعود *plum pox virus* إلى جنس *Potyvirus*.

**الممرض (Pathogen)**: جسيمة الفايروس *plum pox virus* تحتوي على جزيئة واحدة من +ssRNA ابعادها 764 X 20 ن م (شكل6.29). حجم الجينوم 9700 نت

يشفر الجينوم لبروتين متعدد 350 ك د يحلل بعد ذلك إلى 7 بروتينات وظيفية اصغر بضمنها بروتين الغلاف ومكون مساعد.

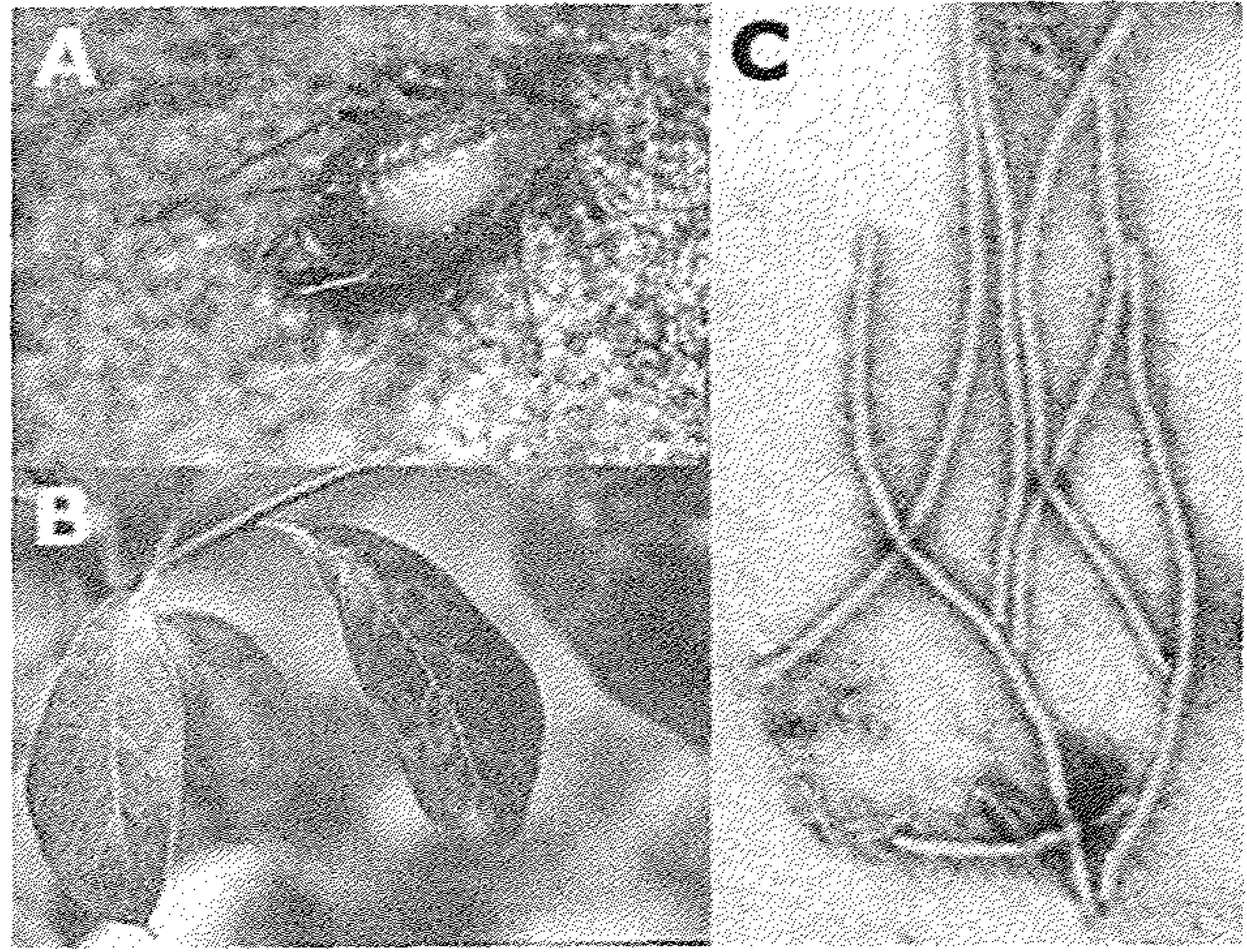
لفايروس PPV أربع سلالات مصلية هي M وD وEA وC. السلالة PPV-D تنتشر في أوربا الغربية وتشيلي والولايات المتحدة وهي تنتقل بواسطة البذور وبدرجة غير كفوءة بواسطة حشرات المن وهي غير وبائية. السلالة PPV-M أكثر انتشارا في أوربا الشرقية والجنوبية والوسطى وتنتقل بواسطة البذور وبكفاءة بواسطة حشرات المن وهي الشكل الوبائي للفايروس. السلالة PPV-EA (El Amar) عزلت من مصر وهي تنتشر في شمال افريقيا وتشبه السلالة PPV-M في بعض الصفات. السلالة PPV-C المعزولة من الكرز وتصيب الكرز وتنتقل بواسطة حشرات المن وتنتشر في اوربا الوسطى والشرقية وإيطاليا. تميز سلالات الفايروس بواسطة النباتات العائلة والصفات الكيموحيوية مثل طبيعة بروتين الغلاف(Levy *et al.*,2000).



شكل 6.28: اعراض الإصابة بفايروس PPV على ثمار الإجاص بشكل بقع حلقية مصفرة وتلطخ

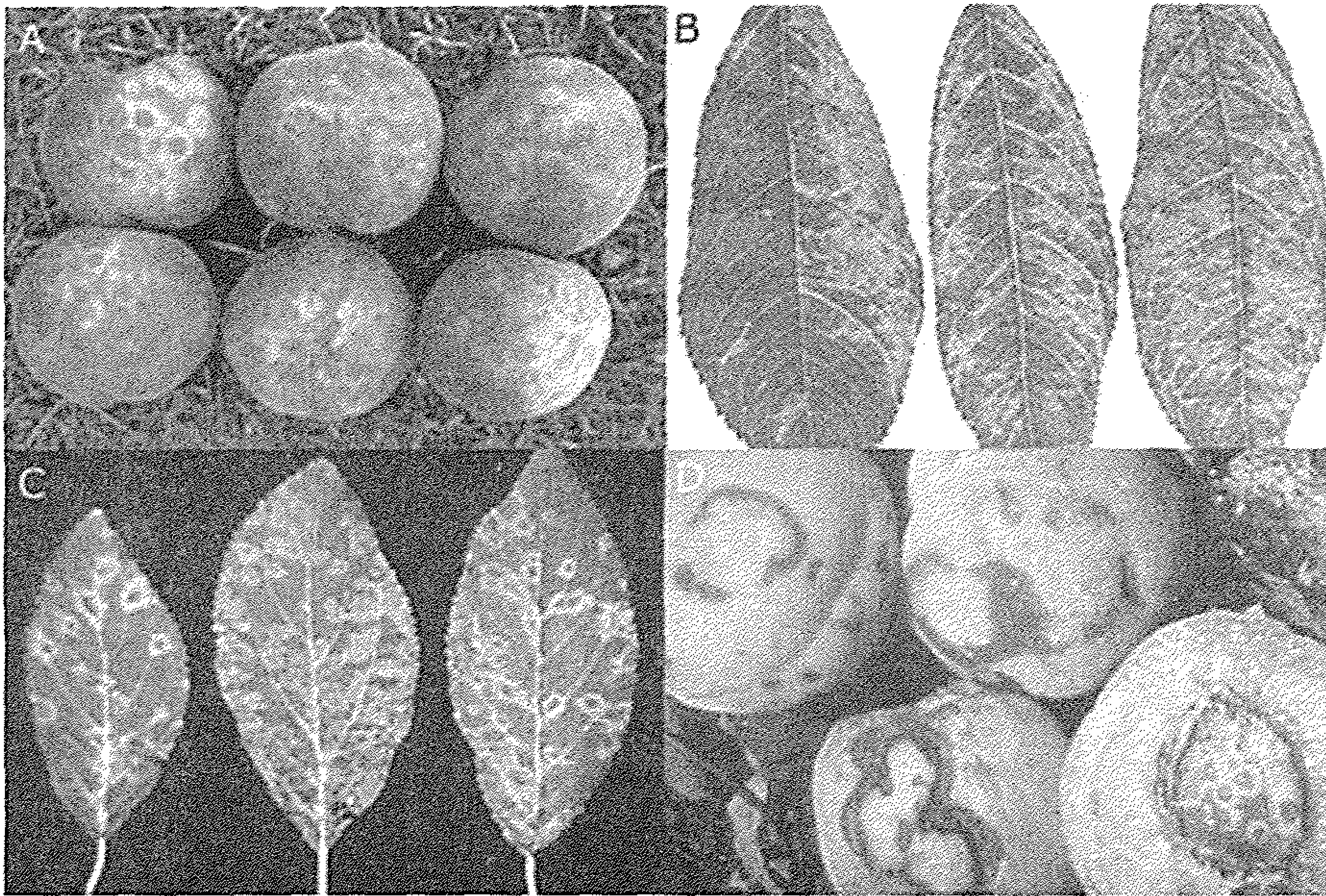
عن: (M. Nemeth, PHSCS, Hungary)

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig1.htm




شكل 6.29: A. الحشرة الناقلة لفايروس PPV، B . أعراض الإصابة على الأوراق، C . جسيمات فايروس PPV

عن: (Vern Damsteegt)
http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig2.htm



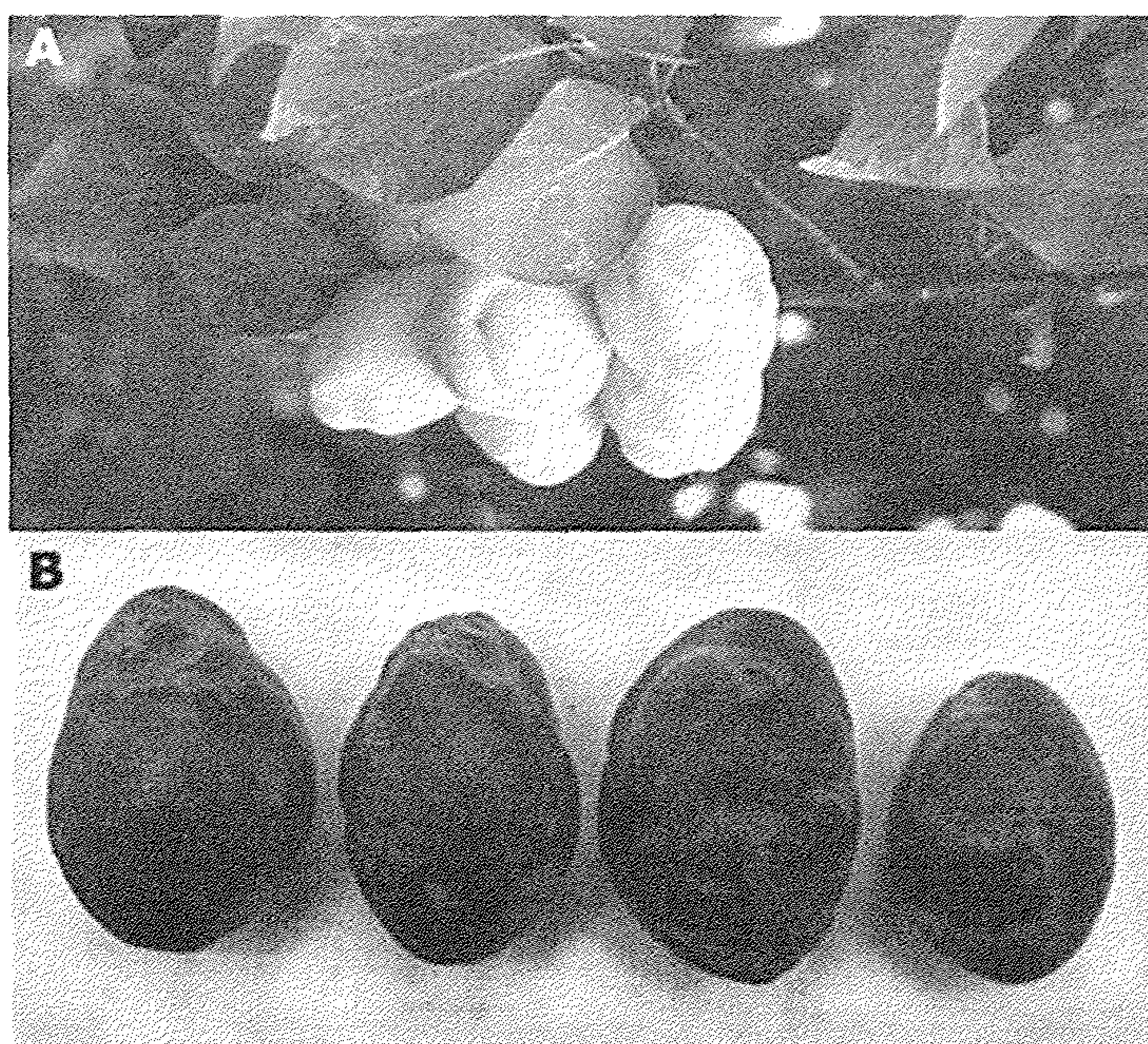

شكل 6.30: A. البقع الإصفرارية الحلقية على ثمار الخوخ، B. التلطخ الإصفراري على أوراق الخوخ، C. البقع الإصفرارية الحلقية على أوراق الإجاص، D. البقع الحلقية النخرية على ثمار المشمش نتيجة الإصابة بفايروس PPV

عن: (P. Gentit, Ctifl, France; M. Nemeth, PHSCS, Hungary;
and M. Barba, ISPAVE, Italy)

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig3.htm

**الأعراض (Symptoms)**

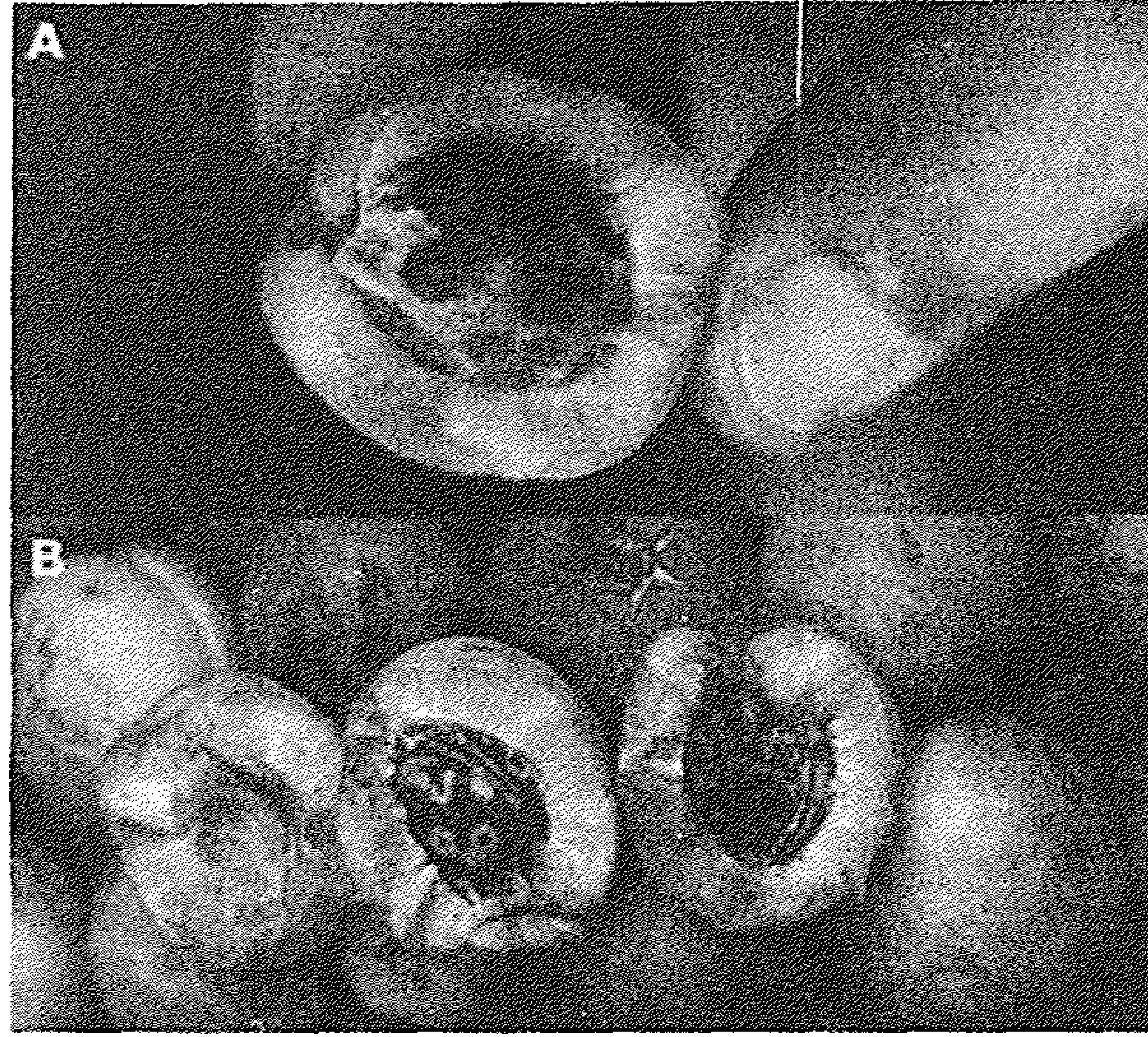
أعـراض الإصـابة بالفـايروس علـى نباتـات *Prunus* تشـمل الأوراق والثمـار والأزهار والبذور. تتأثر شدة الأعراض بعوامل الصنف وسلالة الفايروس والموسم والموقع. الأعـراض على الأوراق والثمـار تشـمل الإصـفرار والبقـع الحلقيـة النخريـة والتلطخ. كما تظهر ثمار الإجاص والمشمش تشوهات مختلفة وبقع حلقية على النوى. ويمكن ان تظهر اعراض التخطط على الأزهار. في اوربا الشرقية تظهر أعراض تسـاقط الثمـار قبـل الأوان وتشـقق القلـف علـى السـاق (الأشـكال مـن 6.28 إلـى 6.35)(Levy *et al.*,2000).




شكل 6.31: تشوهات الثمار المتسببة عن الإصابة بفايروس PPV على ثمار المشمش Aو الإجاص B

عن: (P. Gentit, Ctifl, France, and J.B. Quiot, INRA, France)

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig4.htm




شكل 6.32: بذور المشمش في الثمار المصابة بفايروس PPV A. ثمار ناضجة وB. ثمار غير ناضجة

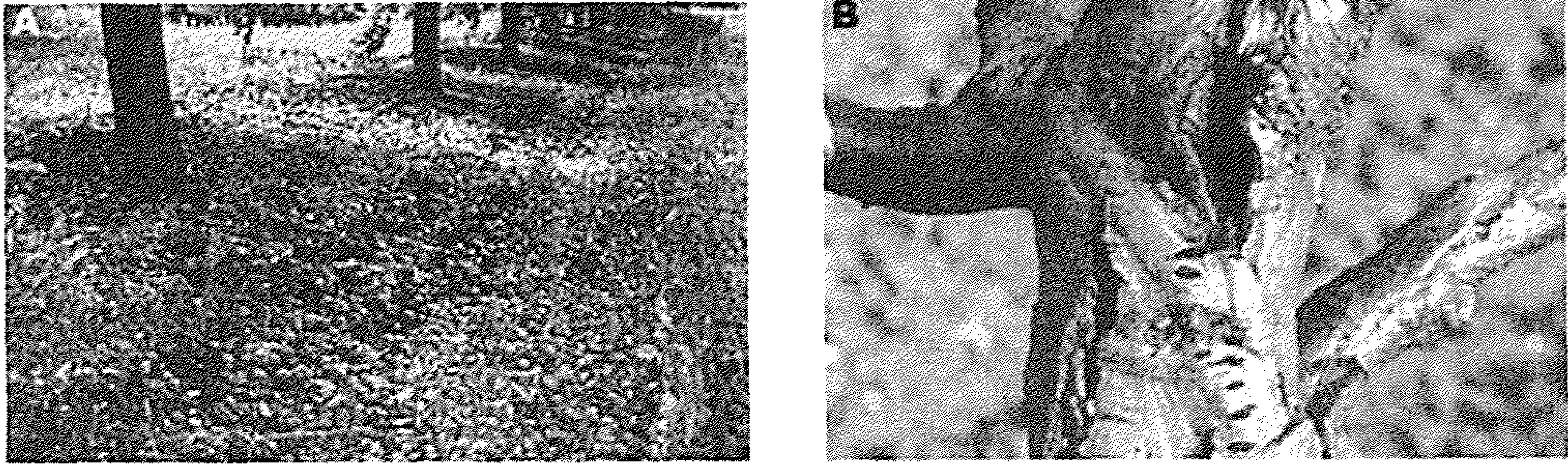
عن: (M. Barba, ISPAVE, Italy, and J. Dunez, INRA, France)

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig5.htm



شكل 6.33: أعراض تقطع اللون المتسببة عن فايروس PPV على أزهار الإجاص

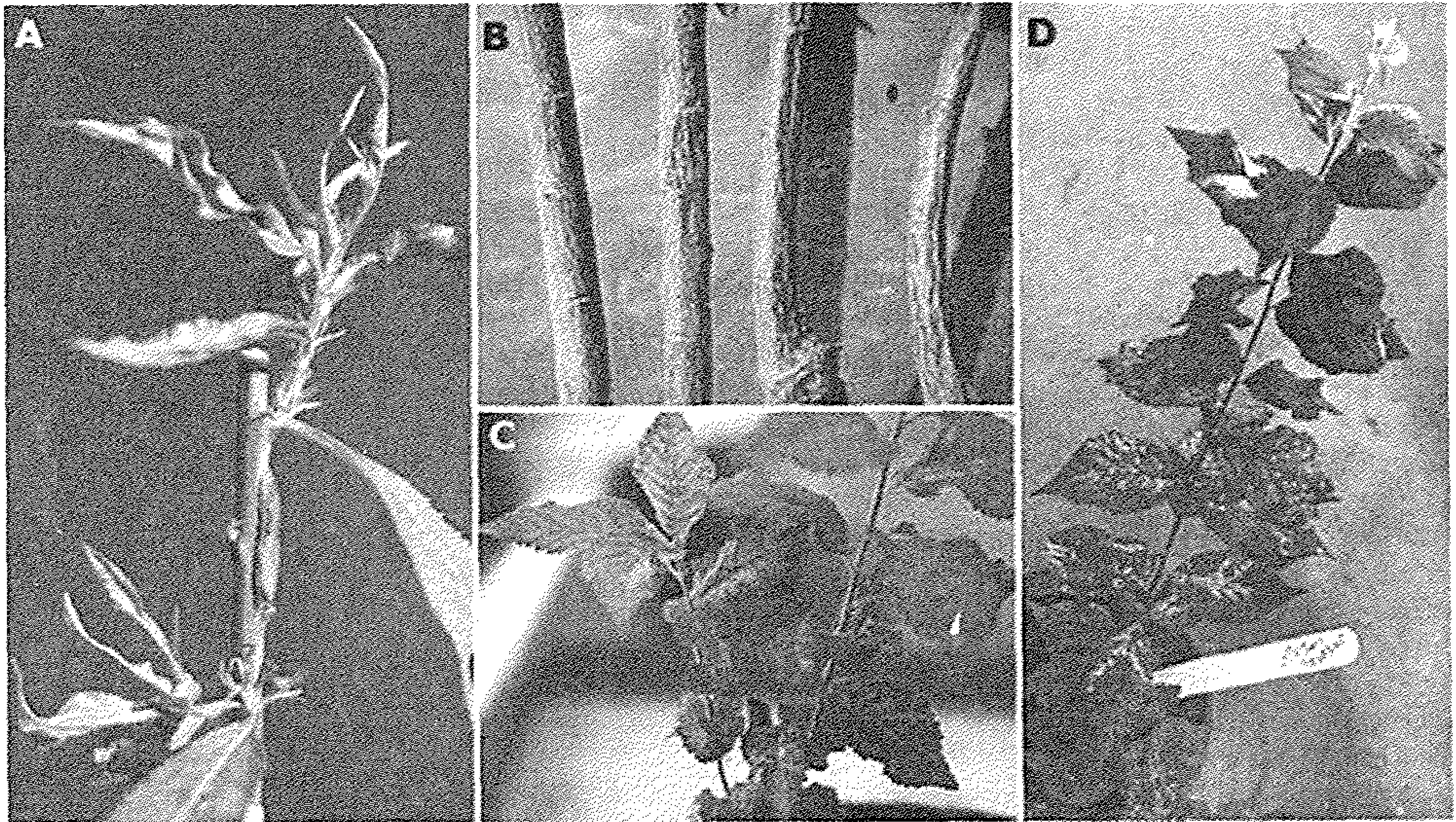
عن: http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig6.htm




شكل 6.34: A. تساقط الثمار قبل الأوان من اشجار الإجاص المصاب بفايروس PPV وB. تشقق القلف

عن: (M. Nemeth, PHSCS, Hungary)

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig7.htm




شكل 6.35: كشف الإصابة بفايروس PPV بواسطة التطعيم. A. تشوه الأوراق وبقع اصفرارية على الخوخ الكاشف GF305 . B. نخر القلف على الخوخ الكاشف GF31، C. أعراض الإصفرار على أوراق *Prunus tomentosa* الملقح بسلالة D من فايروس PPV، D. النخر على أوراق *P. tomentosa* الملقحة بسلالة M من فايروس PPV

عن: (V. Damsteegt, USDA-ARS, FDWSRU; P. Gentit, Ctifl, France; and M. Nemeth, PHSCS, Hungary).

http://www.apsnet.org/online/feature/PlumPox/Images/fig8.htm

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتقل الفايروس بواسطة حشرات المن بطريقة غير باقية حيث يحمل على رمح التغذي. وينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي وقد ينتقل بواسطة البذور. يتم إدخال الفايروس إلى البلدان الخالية منه مع الأصول أو الطعوم المصابة وبعد انتشار هذه المواد يحصل نشر سريع للفايروس بواسطة حشرة المن.

ينتقل الفايروس بواسطة 20 نوعا من حشرات المن أهمها *Brachycaudus cardui* و *B. helichrysi* و *Myzus persicae* و *Phorodon humuli*. هذه الحشرات يمكن أن تنقل الفايروس لمسافة 100 م إلى بضعة كيلومترات.

المدى العوائلي للفايروس في الطبيعة يقتصر على أنواع الجنس *Prunus* بضمنها الإجاص والخوخ والمشمش والكرز كما أنه يمكن ان يصيب عددا كبيرا من الأنواع تعود إلى 9 عوائل نباتية تحت ظروف التجربة. وتلعب أنواع *Prunus* البرية العشبية والخشبية دورا في المحافظة على الفايروس. من اهم النباتات الكاشفة للفايروس *Chenopodium foetidum* و *Nicotiana benthamina* و *N. bigelowii* و *N. clevelandii* و *N. occidentalis #37 B* و *N. edwardsonii* و *N. megalosiphon* و *N. tabacum* و *N. physalodes* و *Pisum sativum* cv. *Colmo*.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. الطرق القانونية والحجر الزراعي لتحديد انتشار الطعوم أو الأصول المصابة.
2. الكشف المبكر للإصابة من أجل إزالة وحرق الأشجار المصابة.
3. استخدام الأنواع المقاومة والعوازل البيولوجية غير العائلة للفايروس.
4. مكافحة حشرات المن(Levy *et al.*,2000).

## مرض موزائيك قصب السكر

## Sugarcane Mosaic

اول تسجيل للفايروس على نبات قصب السكر .*Saccharum* sp كان سنة 1919.

ينتشر المرض في كافة مناطق زراعة قصب السكرعلى نطاق العالم ويمكن ان يسبب خسائر كبيرة ويحدث اوبئة كما في عشرينات القرن العشرين في ولاية لوزيانا في الولايات المتحدة.

الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس (SCMV) *sugar cane mosaic virus* الذي يوجد باربعة طرز مصلية على الأقل و14 سلالة أعطيت حروف من A إلى N. وقد ميزت امراض هذا الفايروس إلى موزائيك قصب السكر (Sugarcane Mosaic) وموزائيك وتقزم الذرة (Maize Dwarf Mosaic) وموزائيك السرجوم (Sorghum Mosaic) وموزائيك السفرندة ( Johnsongrass Mosaic).

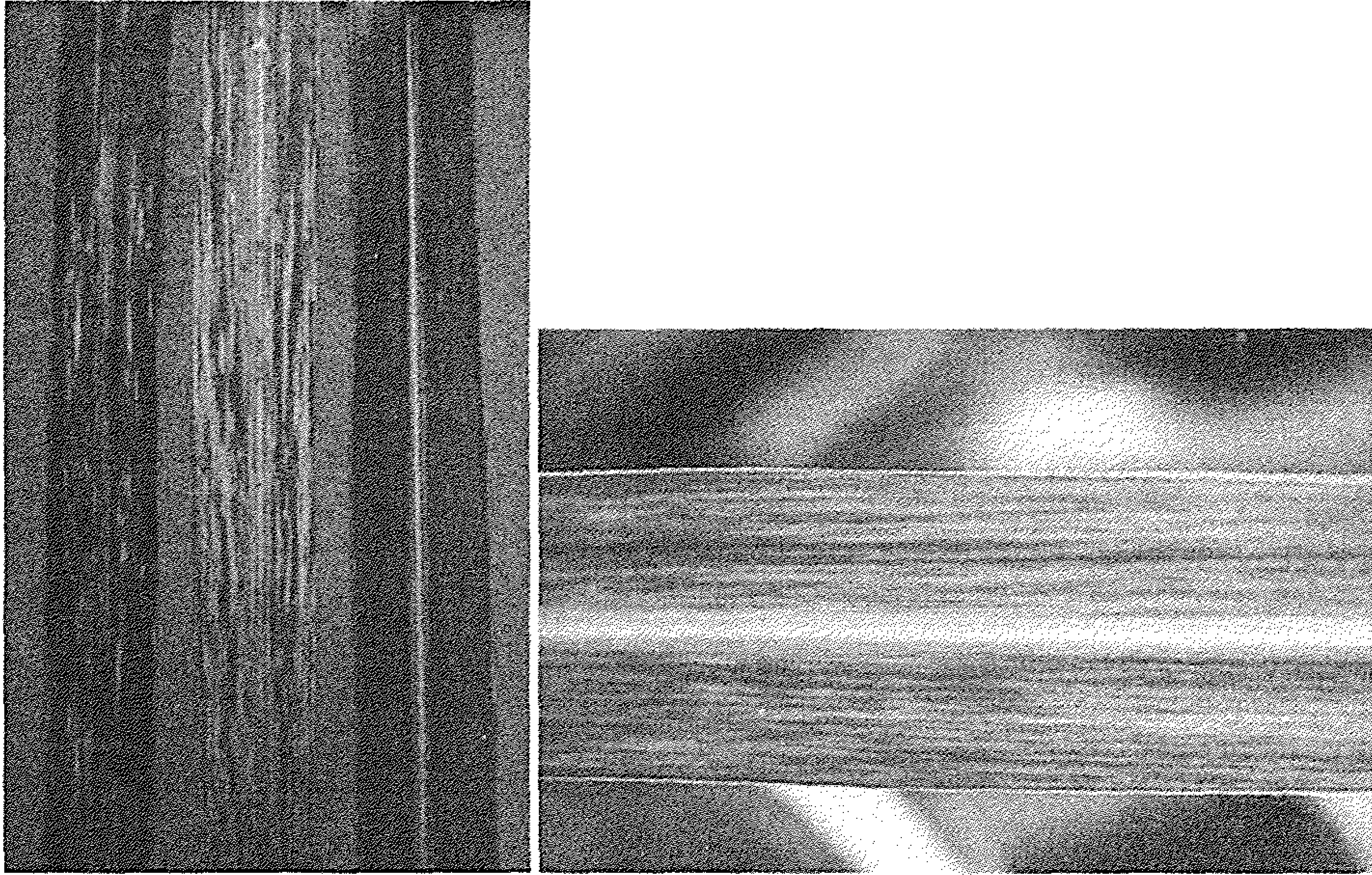
ويمكن أن توجد أكثر من سلالة واحدة مسببة للمرض في البلد الواحد. ففي الولايات المتحدة يتسبب موزائيك قصب السكر عن الإصابة بالسلالات A وB وD وE. وعدا النباتات الإقتصادية المذكورة يمكن ان يصيب الفايروس عددا من نباتات الأعشاب المزروعة والبرية. السلالة A تصيب نبات السفرندة الذي هو عشب معمر يمكن ان يساعد على حفظ الفايروس.

الفايروس يعود إلى الجنس Potyvirus. جسيمات الفايروس تكون خيطية مرنة 730 – 755 X 13 ن م. الجينوم بشكل ssRNA والحجم الكلي للجينوم 9500 نت.

توجد الفايرونات في خلايا الطبقة الوسطى من الأوراق في السايتوبلازم وأجسام كولجي بشكل حزم وإسطوانات وتجمعات طبقية. المضمنات الخلوية توجد بشكل دولاب الهواء لا تحتوي على فايرونات. يحدث الفايروس تغيرات خلوية تشمل تشوش تنظيم البلاستيدات الخضراء(ICTVdB Description, 2002g).

**الأعراض (Symptoms)**

تتميز أعراض المرض على أوراق قصب السكر بالموزائيك خصوصا على قواعد الأوراق حيث تكون اوضح ويمكن ان تكون على الغمد ولكن ليس على الساق. وتشمل الأعراض درجات مختلفة من الإحمرار والنخر(شكل6.36). النباتات الحديثة النشطة النمو تكون اكثر حساسية للإصابة من النباتات القديمة أو البطيئة النمو. تؤدي إصابة نباتات الذرة إلى تخيض الإنتاج بنسبة تصل إلى 40 %.



شكل 6.36: أعراض الإصابة بفايروس SCMV على الأوراق

عن: (Comstock & Lentini,2005) و G:\PLANT VIRUSES\SUGAR CANE MOS\Sugarcane (Saccharum spp_) Disease Descriptions -Mosaic.htm

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتقل الفايروس المسبب لمرض موزائيك قصب السكر اساسا بواسطة زراعة شتلات مصابة بالفايروس. وينتشر المرض ايضا بواسطة حشرات المن حيث يوجد 12

نوعا منها على الأقل قادرة على نشر الفايروس بطريقة غير باقية. كما يمكن ان ينتقل الفايروس بالتلقيح الميكانيكي في البيت الزجاجي والتجارب المختبرية( Comstock & Lentini,2005).

**السيطرة على المرض (Control)**

1. استخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة. وهذا يتطلب غربلة سلالات الفايروس من اجل إختيار الصنف المقاوم لها.
2. مكافحة حشرات المن(Comstock & Lentini,2005).

## مرض نقش التبغ

## Tobacco Etch Disease

أول تسجيل للفايروس المسبب *tobacco etch virus* كان على نبات الداتورة (Datura stramonium) سنة 1921. أستخدم فايروس *tobacco etch virus* على نطاق واسع كنظام نموذجي لفايروسات RNA موجبة المعنى في إصابة النبات(Agudelo-Romero *et al.*,2008).

الفايروس خيطي مرن 730 X 12 – 13 ن م. الجينوم يتالف من ssRNA. تكوّن الخلايا المصابة مضمنات إسطوانية (بشكل دولاب الهواء) في النواة والسايتوبلازم (شكل6.37).

ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي وبوسطة أكثر من 10 أنواع من حشرات المن بطريقة غير باقية.

يصيب الفايروس طيفا واسعا من النباتات ويسبب أمراضا شديدة على نباتات العائلة الباذنجانية في امريكا الشمالية والجنوبية.

أعراض المرض على نباتات التبغ (*Nicotiana tabacum*) تكون بشكل أوراق رفيعة ومظهرة للتبرقش والبقع النخرية المحفورة (شكل6.38). وعلى نباتات الفلفل تكون بشكل تبرقش وموزائيك وتشوه الأوراق والثمار والتقزم. اما نباتات الطماطة

المصابة فتكون متقزمة وأوراقها مبرقشة ومشوهة. إن إنتاج النباتات المصابة يمكن ان ينخفض باكثر من 25 %.



شكل 6.37: صورة بالمجهر الإلكتروي للمضمنات الخلوية بشكل دولاب الهواء وتجمعات طبقية في سايتوبلازم خلايا نبات التبغ المصابة بفايروس TEV. الخط = 500 نانومتر
عن: (Purcifull & Hiebert,1982)




شكل 6.38: أعراض الحفر على اوراق التبغ المصابة بفايروس TEV
عن: Clemson University - USDA Cooperative Extension Slide Series, , Bugwood.org

ويصيب الفايروس أيضا عددا من العوائل طبيعيا مثل *Cirsium vulgare* و *Chenopodium album* و *Linaria canadensis* و *Physalis* spp. و *Solanum* spp.. ويمكن نقل الفايروس بسهولة عن طريق التلقيح الميكانيكي لنباتات تعود إلى 120 نواعا تابعة إلى 19 عائلة من ذوات الفلقتين (Purcifull & Hiebert,1982).

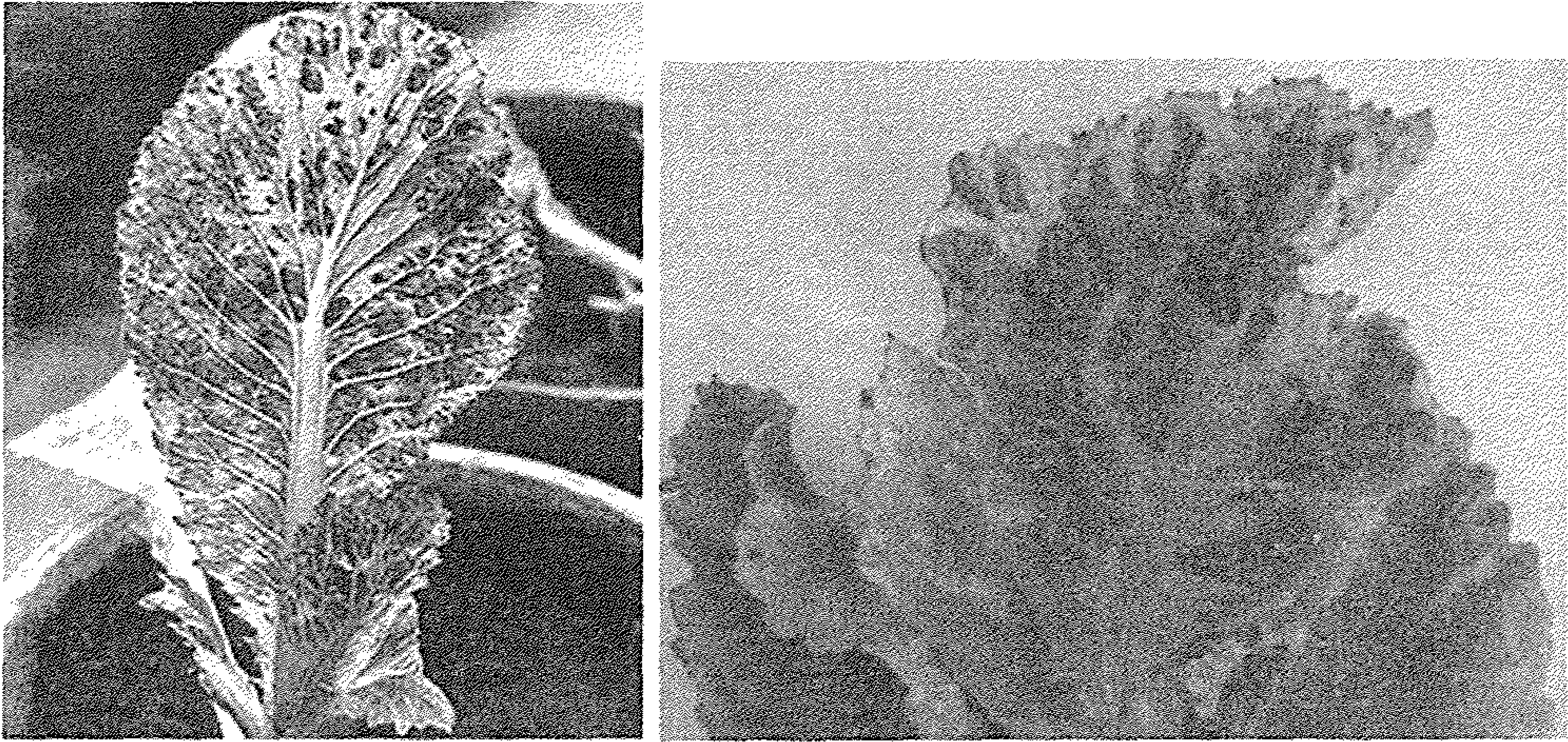
## موزائيك اللفت

## Turnip mosaic

يصيب فايروس موزائيك اللفت *turnip mosaic virus* (TuMV) معظم نباتات العائلة الصليبية خصوصا اللهانة الصينية واللفت والخردل والفجل. سجل المرض في المناطق المعتدلة وشبه الإستوائية في افريقيا وآسيا بضمنها تركيا وامريكا وأوربا (Korkmaz *et al.*,2006).

أهم أعراض المرض تتمثل بالموزائيك على الأوراق. وإعتمادا على سلالة الفايروس وصنف النبات يمكن ان تظهر اعراض التخطيط النخري والبقع والبقع الحلقية. إن البقع النخرية والحلقية هي العرض الأول على اللهانة العادية (شكل 6.39 و6.40).

ينتقل الفايروس بواسطة عدة انواع من حشرات المن خصوصا *Myzus persicae* و*Brevicoryne brassicae* التي تقوم بنشر المرض من النباتات أو الأعشاب المصابة وإن زيادة اعداد الحشرة يزيد من نسب حصول المرض. ويمكن أن ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي لكنه لا ينتقل بواسطة البذور. جسيمات الفايروس خيطية مرنة طولها 720 X 12 ن م (ICTVdB Description, 2002i). توجد 5 سلالات من فايروس TuMV. توجد الفايرونات في سايتوبلازم خلايا جميع اجزاء النبات المصاب. الخلايا المصابة تظهر مضمنات ساتوبلازمية بشكل إسطواني أو دولاب الهواء أو اشكال غير إعتيادية لا تحتوي على فايرونات (Black,2001).



شكل 6.39: أعراض الإصابة بفايروس TuMV على اوراق اللهانة الصينية(يسار) والفجل *Raphanus sativus*(يمين)

عن: (Black,2001) و(Korkmaz *et al*.,2006)



شكل 6.40: أعراض البقع النخرية والحلقية على الأوراق المصابة بفايروس TuMV

عن: (Black,2001)

## موزائيك الرقي

## Watermelon mosaic

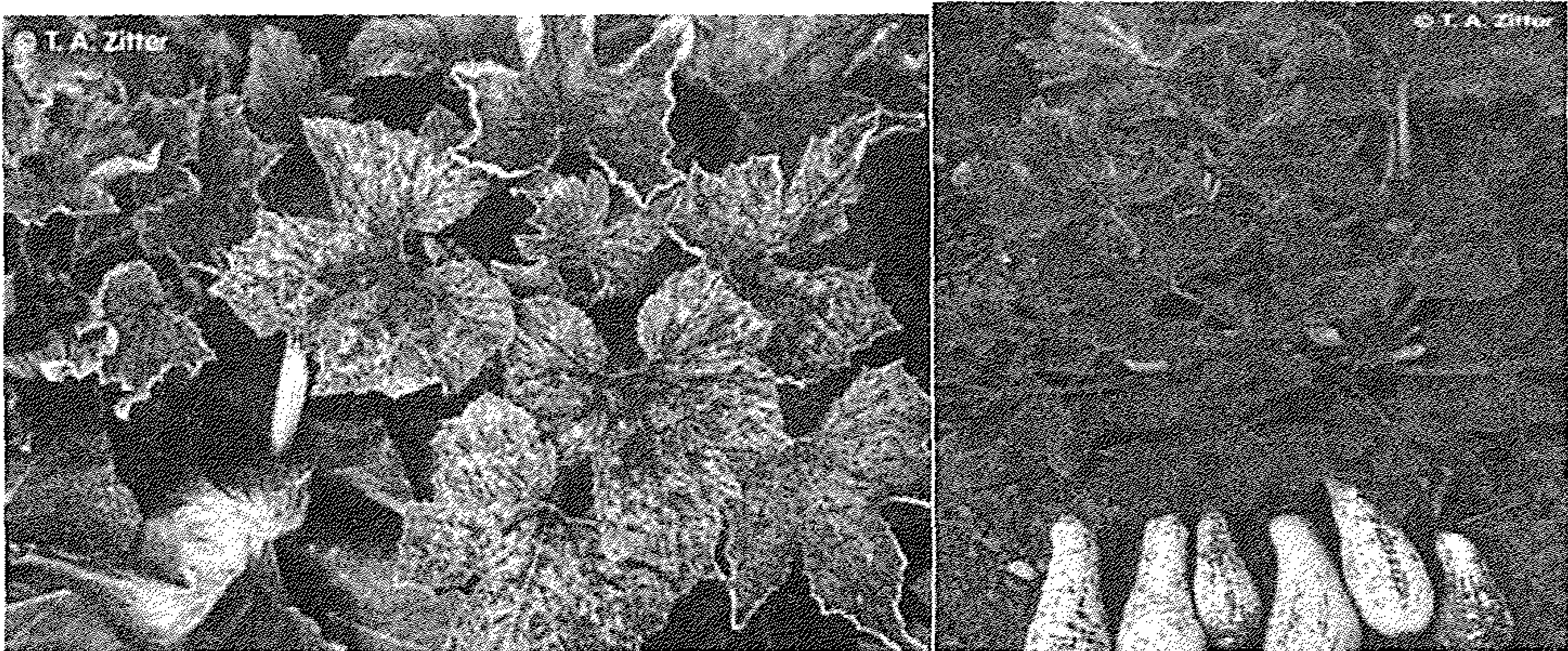
المرض عالمي الانتشار. يتسبب عن الإصابة بفايروس *Watermelon mosaic*

(WMV-2) *virus - 2* يصيب نباتات الرقي *Citrullus lanatus* والبطيخ *Cucumis melo* والقرع *Cucurbita pepo* و*C. sativus* والكوسة تصاب بسلالتي الفايروس WMV-2 وWMV-1 (Zitter & Banik, 1984) كما تصاب بعض النباتات البقولية. يسبب الفايروس اعراض الموزائيك والتبرقش ويخفض الإنتاج كما ونوعا (شكل6.41 و6.42).



شكل 6.41: أعراض الإصابة بفايروس WMV-2

عن:G:\PLANT VIRUSES\WATERMELON MOSAIC\Watermelon Mosaic.htm




شكل 6.42: أعراض الإصابة بفايروس WMV على الكوسة الصيفية تظهر الموزائيك (يمين) وعلى القرع تظهر تخشن الأوراق وتقطع اللون(يسار)

عن: (Zitter & Banik, 1984)

ينتشر الفايروس بواسطة 29 نوعا من حشرات المن أهمها *Myzus persicae* و*Aphis craccivora*. كما ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي لكنه لا ينتقل بواسطة البذور.

النباتات العائلة المستخدمة في تشخيص الفايروس تشمل *Chenopodium amaranticolor* حيث تظهر اعراض القروح الإصفرارية الموضعية بدون أعراض جهازية ونباتات البطيخ *Cucurbita pepo* تظهر اعراض موزائيك جهازية وتشوه الأوراق أحيانا و*Pisum sativum* cv. Alaska تظهر أعراض القروح النخرية الموضعية وتبرقش ونخر جهازي و*Nicotiana benthamiana* تظهر أعراض موزائيك جهازي(Brunt *et al.*,1996).

## موزائيك وإصفرار قرع زوكيني
## Zucchini Yellow Mosaic

أول تشخيص للمرض كان سنة 1981. المرض عالمي الانتشار ويسبب خسائر كبيرة نتيجة انتشاره الوبائي.

المرض (**Pathoen**): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV).

فايروس ZYMV يعود إلى الجنس *potyvirus* ويتألف من جسيمات خيطية مرنة 750 X 11 ن م تحتوي على جزيئة ssRNA. تترافق الفايرونات مع فايروسات مساعدة لكنها لا تعتمد عليها في التضاعف.

توجد الفايرونات في سايتوبلازم الخلايا المصابة في جميع اجزاء النبات. الخلايا المصابة تكوّن مضمنات بشكل دولاب الهواء لا تحتوي على فايرونات.

### الأعراض (**Symptoms**)

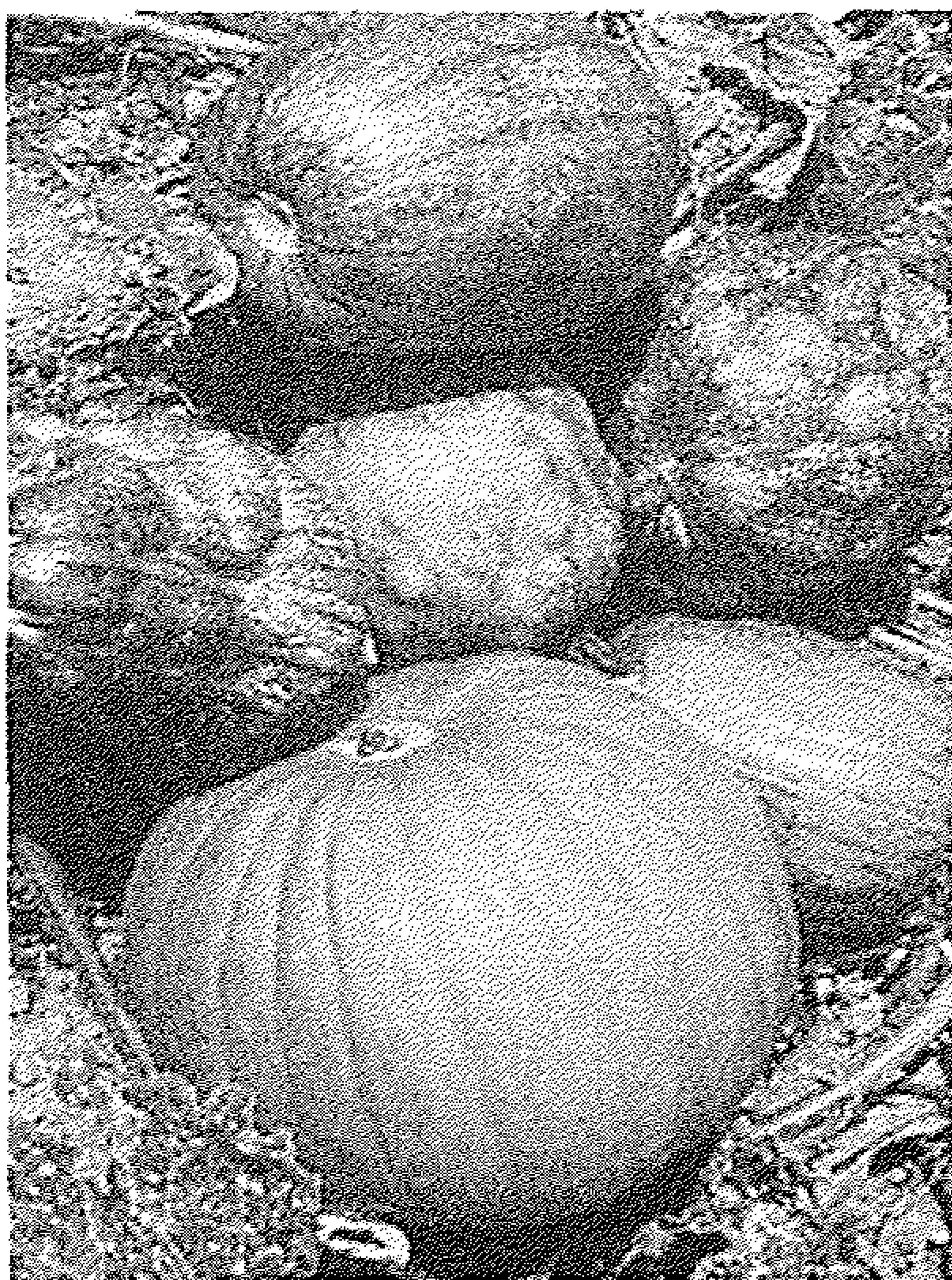
يصبب المرض نباتات العائلة القرعية خصوصا البطيخ *Cucumis melo* والقرع

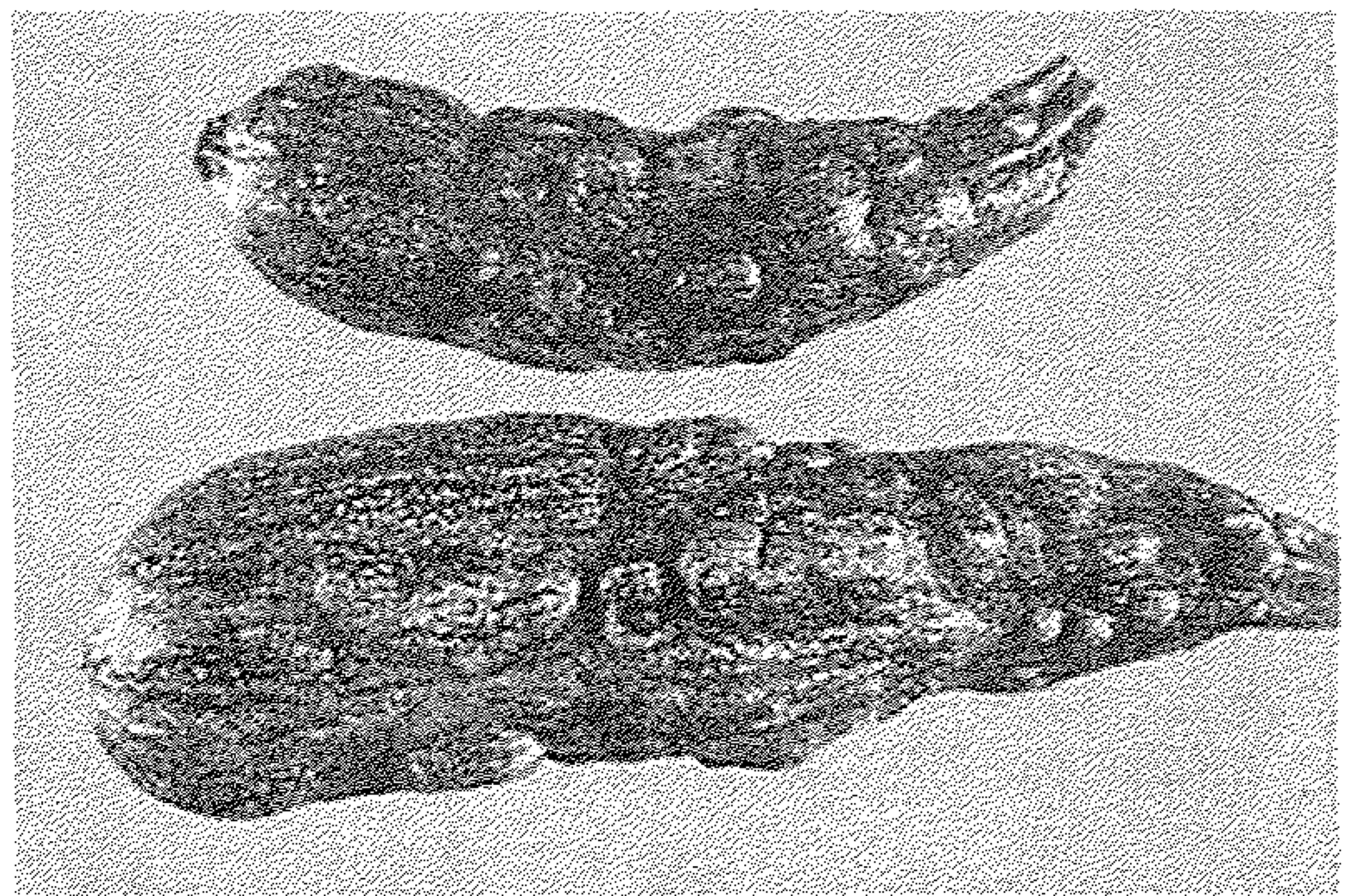
*Cucurbita pepo* والرقي *Citrullus lanatus* ويحدث عليها اعراض الموزائيك الأصفر والتشوه الشديد والتألل واختزال شديد في حجم الأوراق ونخر وتقزم شديد للنبات (شكل6.43). وتظهر ثمار الكوسة والقرع بروزات مشوهة للثمار (شكل6.44).



شكل 6.43: أعراض الإصابة بفايروس ZYMV على نبات الكوسة الصيفي

عن: (Provvidenti,2000)





شكل 6.44: أعراض الإصابة بفايروس ZYMV على ثمار القرع

عن: (Provvidenti,2000)

وتتشوه ايضا ثمار البطيخ والرقي وتظهر تتشققات طولية وعرضية. كما ينخفض بشدة إنتاج البذور ويؤدي المرض إلى تشويهها. وإعتمادا على سلالة الفايروس يمكن أن تشابه الأعراض تلك المتسببة عن الإصابة بفايروس *papaya ringspot virus* type W (PRSV-W). وفي المناطق الإستوائية غالبا ما يترافق فايروس ZYMV مع فايروسات PRSV-W أو فايروس موزائيك الرقي WMV القريب منه مصليا. توجد سلالات قليلة الإمراضية من الفايروس(Provvidenti,2000).

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتقل الفايروس بطريقة غير باقية بواسطة عدد من انواع حشرات المن مثل *Aphis citricola* و *A. gossypii* و *Macrosiphum euphorbiae* و *Myzus persicae*. وينتقل الفايروس بسهولة عن طريق التلقيح الميكانيكي.

الفايروس يمكن ان يبقى في النبات البري *Melothria pendula* في الأوقات غير الملائمة.

يصيب هذا الفايروس انواع عديدة من النباتات تعود إلى العوائل Amaranthaceae و Aizoaceae و Apiaceae و Asteraceae و Chenopodiaceae و Fabaceae و Lamiaceae و Ranunculaceae و Scrophulariaceae و Solanaceae و Cucurbitaceae.

لغرض تشخيص الفايروس لا بد من عمل الإختبارات المصولية وعدم الإعتماد على الأعراض حيث أن بعض سلالات ZYMV تحدث أعراض مشابهة لتلك التي تحدثها الإصابة بفايروسات *cucumber mosaic virus* و *mosaic virus* 1 و strain W *papaya ringspot virus* و *papaya ringspot virus* و *watermelon mosaic virus* 2 و *squash mosaic virus*.

ومن أجل عزل الفايروس لوحده يمكن تلقيح نباتات *Cucurbita okeechobeensis* و *Ranunculus sardous*. ويمكن تفريقها عن فايروس *squash mosaic virus* وذلك بنقلها بواسطة حشرة المن أو بتلقيح *Gomphrena globosa*

.(ICTVdB Description, 2002j)

السيطرة على المرض (**Control**)

1. استخدام الأصناف المقاومة. الأصناف المقاومة يمكن تشتق من عدد من النباتات المظهرة للمقاومة (برامج التهجين) أو من خلال إدخال جين بروتين الغلاف للفايروس في النباتات المحورة وراثيا(Provvidenti,2000).
2. مكافحة حشرات المن.

## الأمراض المتسببة عن فايروسات جنس *Rymovirus*

جنس *Rymovirus* يضم الأنواع *Agropyron mosaic rymovirus* و *Hordeum mosaic rymovirus* و *Oat necrotic mottle rymovirus* و *Ryegrass mosaic rymovirus* الذي سمي الجنس على اسمه و *Wheat streak mosaic rymovirus*. الفايرونات خيطية مرنة 693 – 760 X 11 – 15.5 ن م. يتألف الجينوم وهو أحادي من ssRNA خطي حجمه الكلي يساوي 8 – 10 ك ق. الفايروسات تنتقل بواسطة الحلم الأريوفي. تسبب هذه الفايروسات امراضا مختلفة الشدة على محاصيل الحبوب الشعير والشوفان والقمح والحشائش(Agrios,1997 ; Brunt *et al.*,1996).

.

## الأمراض المتسببة عن جنس *Bymovirus*

جنس *Bymovirus* يضم الأنواع *Barley yellow mosaic bymovirus* الذي سمي الجنس على اسمه و *Barley mild mosaic bymovirus* و *Oat mosaic bymovirus* *Rice necrosis mosaic bymovirus* و *Wheat spindle streak mosaic bymovirus* و *Wheat yellow mosaic bymovirus*. تسبب هذه الفايروسات امراضا مهمة على محاصيل الحبوب.

تنتقل هذه الفايروسات بواسطة فطريات *Plasmodiophorales* ( *Polymyxa graminis*) والتلقيح الميكانيكي. جسيمات الفايروس خيطية مرنة 257 – 2000 X 12 – 16 ن م. الجينوم يتالف من ssRNA حجمه الكلي 11.21 – 12 ك ق وهو ثنائي القسم الأكبر حجمه 7.632 – 8 والأصغر 3.585 – 4 ك ق( Brunt *et al.*,1996; Agrios,1997).

## الأمراض المتسببة عن فايروسات ***Closterovirus***

يعود الجنس *Closterovirus* إلى عائلة *Closteroviridae* و يعرف بمجموعة *beet yellows viruses* التي تضم *Beet yellows virus* و *Citrus tristeza virus* الذين يسببان أمراضا مهمة جدا وعلى نطاق عالمي.

جسيمات هذه الفايروسات تكون خيطية طويلة عالية المرونة 1100 – 2200 X 12 ن م. الجينوم احادي يتألف من ssRNA+ حجمه 7100 - 000 20 نت.

تنتشر هذه الفايروسات بواسطة عوامل النقل الحيوية كالمفصليات والحشرات من رتبة متشابهات الأجنحة عوائل Aleyrodidae وAphididae وPsyllidae وPseudococcidae بطريقة غير باقية أو شبه باقية. كما تنتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي والتطعيم.

الخلايا المصابة تظهر مضمنات خلوية في السايتوبلازم بشكل بلورات أو أجسام غشائية أو فايروبلازما والمضمنات تحتوي على فايرونات( ICTVdB Management, 2006a).

تنتشر هذه الفايروسات في عوائلها جهازيا في نسيج اللحاء وتكون أنواعها ذات مدى عوائلي ضيق وتسبب أعراض الإصفرار(Agrios,1997).

## مرض التدهور السريع في الحمضيات
## أو ترستيزا الحمضيات
## Quick Declne of Citrus
## or Citrus Tristeza

يعتبر هذا المرض من أخطر الأمراض المهددة لإنتاج الحمضيات في العالم.

إنتشر المرض بواسطة الإنسان من آسيا إلى مناطق إنتاج الحمضيات في العالم حيث أحدث أوبئة مدمرة في افريقيا الجنوبية منذ سنة 1910 وفي النصف الغربي من الكرة الأرضية بدءا من البرازيل والأرجنتين في ثلاثينات القرن العشرين وكولومبيا وأسبانيا في سبعينات القرن العشرين. الذي أدى إلى حصول الوباء توفر سلالة الفايروس القوية وعامل النقل الحيوي النشط حشرة المن من نوع *Toxoptera citricida*.



شكل 6.45: شجرة برتقال حلو صنف فالينسيا مطعمة على اصل نارنج مصابة بمرض ترستيزا

عن: (Ivia,2007)

أدخلت أشجار حمضيات مصابة بالفايروس إلى ولاية فلوريدا الأمريكية حوالي سنة 1900 ولم تسجل إصابة بالمرض إلا في خمسينات القرن العشرين وحصلت اوبئة محدودة لكنها اخذت تزداد تدريجيا وأتسعت في اواسط الثمانينات من القرن العشرين. إن المرض اصاب أشجار الحمضيات على اصول النارنج وترافق ذلك مع وصول حشرة المن *Toxoptera citricida* ما ادى إلى إزالة اشجار النارنج كأصول لزراعة الحمضيات. تسبب المرض في القضاء على 50 مليون شجرة حسب تقديرات سنة 1981(Bar-Joseph *et al.*,1981).

من بين دول عديدة سجل المرض في الشرق الأوسط في فلسطين والأردن وإيران وتركيا وفي شمال افريقيا في ليبيا (غير مؤكد) والجزائر( CABI & EPPO, 1996).

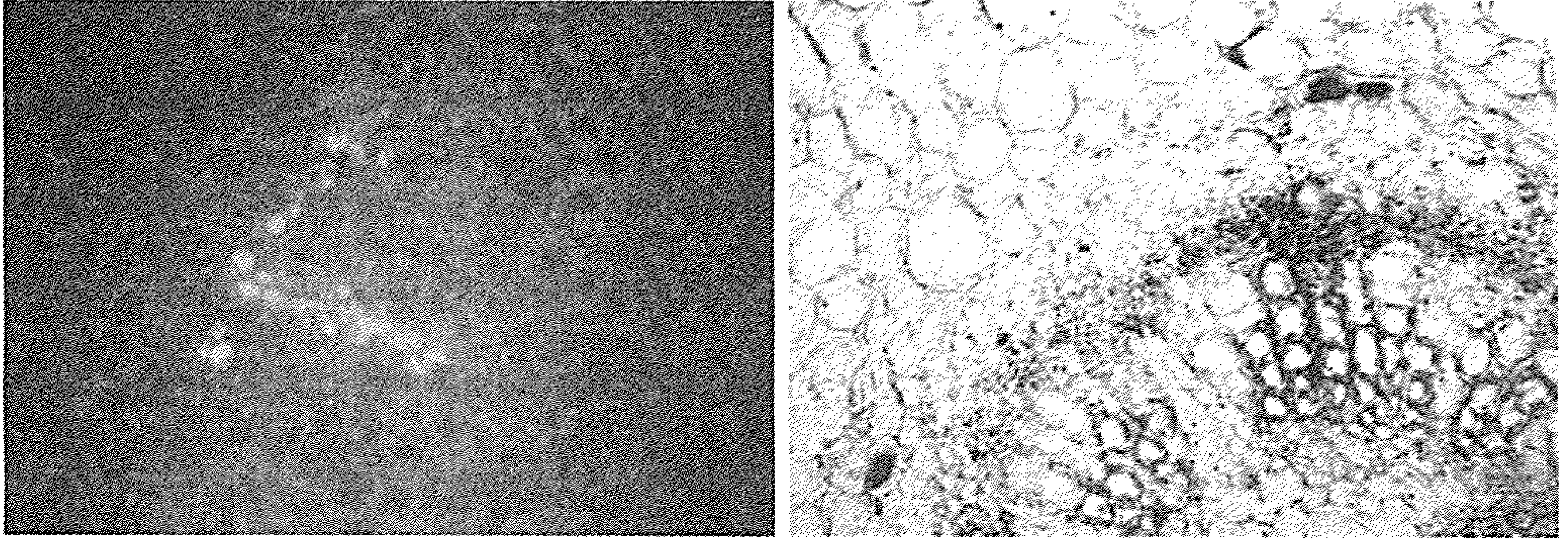
الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن فايروس *Citrus tristeza virus* (CTV). يعتبر فايروس CTV أكبر الفايروسات النباتية حيث ان ابعاد جسيمة الفايروس 2000 X 11 ن م.

الجينوم أحادي يتألف من جزيئة ssRNA حجمه الكلي 000 17 – 000 20 نت أو 19.3 ك ق. الجينوم محاط بإثنين من بروتينات الغلاف ، بروتين رئيس (CP) يشكل 97 % من الغلاف وبروتين صغير (CPm) يسهم بالنسبة الباقية. جينوم فايروس CTV يشفر 12 من أطر القراءة المفتوحة (ORFs): ORFs 1a وORFs 1b تشفر لعديدات بروتين مطلوبة في تضاعف الفايروس. عشرة ORFs يعبر عنها بجزيئات RNA تحت جينومية (sgRNAs) تشفر للبروتينات التالية: CP وCPm و p65 (HSP70 homolog) وp61 وتسهم في تركيب الفايرون. وبروتين كاره للماء p6 له دور في حركة الفايروس. البروتينات p20 وp23 تعمل سوية مع CP في تثبيط إخماد RNA. البروتينات p33 وp13 وp18 غير معروفة الوظيفة(Folimonova *et al.*,2008).

وللفايروس سلالات عديدة ذات إختلافات جزيئية مهمة.

يمكن كشف وجود الفايروس في خلايا اللحاء والخلايا المصابة تظهر مضمنات

خلوية في السايتوبلازم وتكون بشكل بلورات تحتوي على فايرونات ناضجة (شكل6.46)(ICTVdB Management,2006b).



شكل 6.46: المضمنات الخلوية لفايروس CTV في خلايا اللحاء المصبوغة بصبغة Azure A تشاهد بالمجهر الضوئي 250 X(يمين) والمضمنات الخلوية معاملة بالأجسام المضادة anti-CTV IgG المربوطة مع fluorescein isothiocyanate تومض تحت المجهر الومض 250 X(يسار)

عن: (Brlansky,1991)

**الأعراض (Symptoms)**

يؤدي موت اللحاء إلى حرمان الجذر من المواد الغذائية وبالتالي ضعف نموه وموته اخيرا والى حصول تحزز يفضي إلى نمو زائد للطعم فوق منطقة الإلتحام نتيجة تراكم المواد الغذائية و تقزم وإصفرار الأوراق وصغر حجم الثمار وضعف النمو والموت التراجعي والذبول وموت الشجرة بعد بضع سنوات (شكل6.45 و6.47) (Roberts *et al.*,2001).

إن تدهور الأشجار النامية على اصول النارنج يمكن أن يؤدي إلى حصول تنقر أو ما يعرف بمشط النحل على السطح الداخلي للقلف أو تلون في منطقة إلتحام الطعم نتيجة إلى حصول لكننة في جدران خلايا الأشعة اللبية. إن التثقب يمكن ان يرى من

خلال عملية سلخ القلف. لكن أعراض التثقب ليست مقتصرة على هذا المرض حيث انها تحدث في مرض العناد نتيجة الإصابة بالفايتوبلازما *Spiroplasma citri* (EPPO/CABI ,1996).

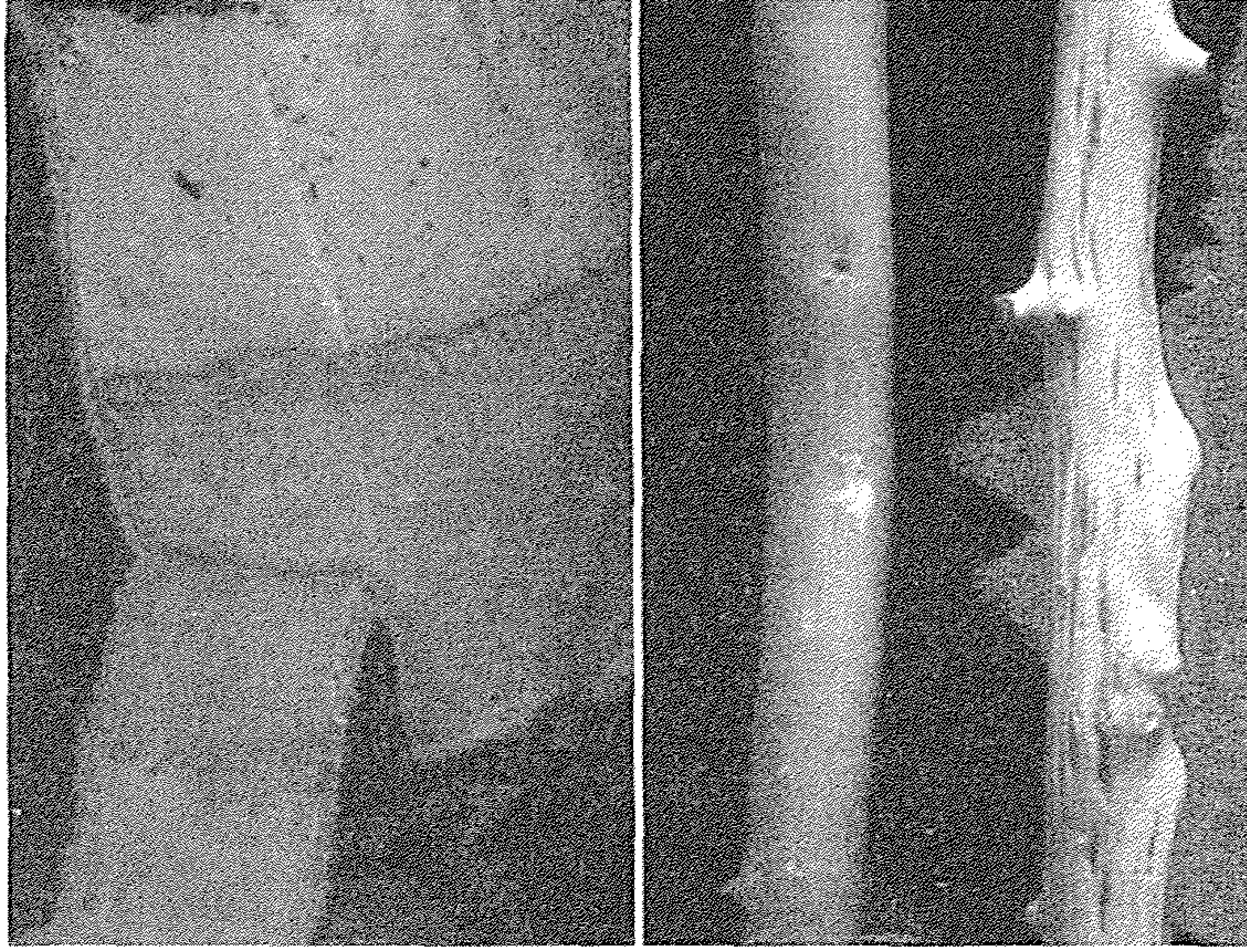


شكل 6.47: شجرة برتقال حلو صنف فالينسيا مطعمة على اصل نارنج مصابة بمرض ترستيزا تظهر الموت التراجعي

عن: (Ivia,2007)

إن افرع الأشجار المصابة تصبح هشة قابلة للكسر تحت تاثير الرياح أو ثقل حمل الثمار.

اعراض التثقب (شكل6.48) تكون شديدة على الليمون والكريب فروت وكذلك البرتقال الحلو لكن اليوسفي يكون متحملا على العموم. ويعزي (Agrios,1997) اعراض التثقب إلى الإصابة بسلالات شديدة الضراوة.



ب أ

شكل 6.48: أ- التنقر بشكل مشط النحل اسفل منطقة إلتحام الطعم مع الأصل بشجرة برتقال حلو مطعمة على اصل برتقال حامض. ب- ساق بادرات الليمون المكسيكي *Citrus aurantiifolia* سليم (يسار) ومصاب بفايروس CTV يظهر التنقر(يمين)

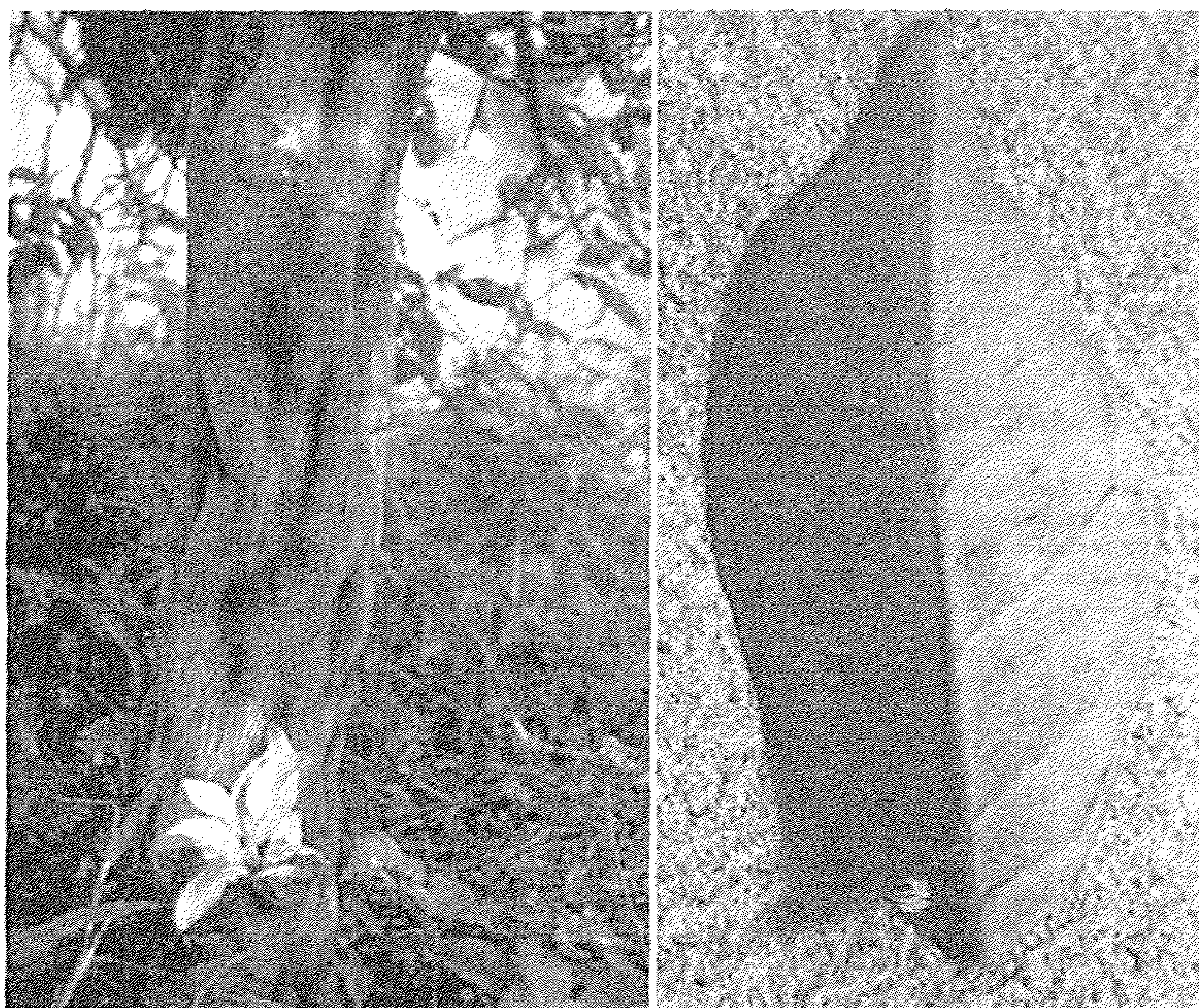
عن: (Ivia,2007)

النباتات العائلة الطبيعية واهم الأعراض التي تظهرها هي: أنواع *Citrus* spp. على اصول النارنج *Citrus aurantium* تظهر أعراض التدهور السريع وتنقر الساق (شكل6.49). الكريب فروت *C. paradisi* يظهر اعراض التقزم. الليمون *C. aurantifolia* يظهر اعراض الموت التراجعي. البرتقال (Seville orange) *C.*

*aurantifolia* يظهر أعراض إصفرار البادرات (شكل6.50). واليوسفي *C. reticulata* يظهر أعراض التدهور.

ومن النباتات العائلة الأخرى القريبة *chevalieri Aeglopsis* و *Afraegle paniculata* و *Pamburus missionis* و *Passiflora gracilis*.

يمكن استخدام الليمون المكسيكي كنبات كاشف لوجود الإصابة عن طريق التطعيم حيث تظهر أعراض شفافية العروق وتثقب الساق بعد 2 – 6 أشهر تحت ظروف البيت الزجاجي. لكن الكشف المصولي بطريقة ELISA يكون حاسما( CABI & EPPO, 1996 ; Roberts *et al.*,2001).



شكل 6.49: اعراض تنقر الساق على جذع شجرة كريب فروت مصابة بفايروس CTV(يمين) وأعراض الإصابة بالفايروس على الجهة الخلفية من الورقة تظهر عروق خضراء داكنة إلى سوداء متقطعة(يسار)

عن: (Ivia,2007) و(Garnsey,1991)



شكل 6.50: أعراض الإصفرار على البادرات المصابة بفايروس TCV(يمين) مقارنة ببادرة سليمة (يسار)

عن: (Garnsey,1991)

**تطور المرض (Development of Disease)**

الفايروس ينتقل من خلال التطعيم الذي يمثل الوسيلة الرئيسة للانتشار محليا وعالميا وينتشر بواسطة حشرات المن. ينتقل الفايروس بواسطة عدة انواع من المن بطريقة غير باقية. التغذي لمدة 10 دقائق على الأقل على شجرة مصابة كافية للحشرة من اجل نقل الفايروس لمدة 24 ساعة. من انواع المن الناقلة للفايروس في ولاية فلوريدا *Aphis gossypii* و*A. spiraecola* و*Toxoptera aurantti* و *Toxoptera citricida* والنوع *Toxoptera citricidus* في اوربا ومنطقة البحر المتوسط . كما ينتقل الفايروس بالتلقيح الميكانيكي لكنه لا ينتقل بواسطة البذور. ويمكن ان ينتقل الفايروس عبر أنواع حمضيات الزينة.

يقتصر انتشار الفايروس على نسيج اللحاء.

إن معظم سلالات الفايروس تكون قليلة الضراوة حيث لا تحدث أعراض ملحوظة على اصناف الحمضيات التجارية. لكن السلالات الضارية تصيب اشجار الحمضيات الحديثة المطعمة على اصول النارنج مؤدية إلى نشوء اعراض الإصفرار الذي يشمل الإصفرار الشديد والتقزم.

في بعض حالات الإصابة بسلالات شديدة الضراوة يمكن ان يحصل تدهور سريع يؤدي إلى موت الشجرة خلال اسابيع(Brlansky *et al.*,2007). تتميز أعراض التدهور السريع بإصفرار الأوراق أو تحولها إلى اللون البني ثم ذبولها وسقوطها مع بقاء الثمار على الشجرة(Agrios,1997).

بعض سلالات الفايروس تحدث تدهورا مزمنا نتيجة مهاجمة خلايا اللحاء في منطقة إلتحام الطعم باصول البرتقال الحامض في الكريب فروت والبرتقال الحلو.

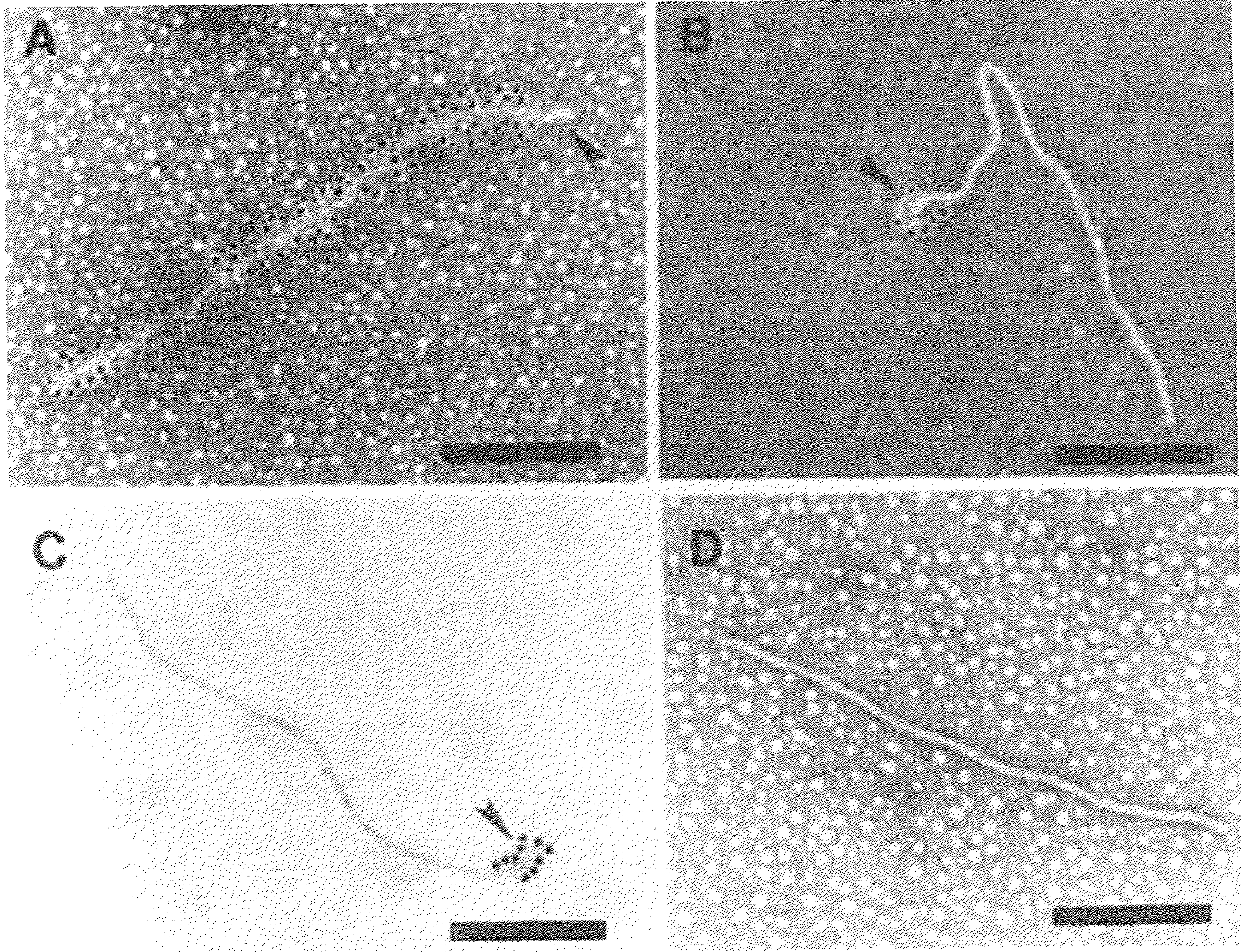
**السيطرة على المرض (Control)**

1. الحجر الزراعي لمنع دخول الفايروس وانواع المن الناقلة غير المتوطنة.
2. إزالة الأشجار المصابة.
3. التحصين بواسطة سلالات فايروس خفيفة الأعراض(Roberts *et al.*,2001).
4. الحصول على نباتات حمضيات معدلة وراثيا من خلال نقل جينات فايروس TCV اليها كالجين المسؤول عن بروتين الغلاف حيث تكون مقاومة للإصابة (Agrios,1997 ;2005).

## إصفرار الخس المعدي
## Lettuce Infectious Yellows

ينتشر المرض في الولايات الجنوبية للولايات المتحدة والمكسيك وقد اكتشف سنة 1981 على الخس وكان مترافقا مع تفشي واسع للذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*. يحصل المرض على العديد من الخضروات إضافة إلى الخس كالبنجر السكري

والنباتات الصليبية والقرعية كالبطيخ والرقي والكوسة حيث يمكن ان تصل نسب الإصابة إلى 100 %.




شكل 6.51: التوسيم الذهبي المناعي لفايرونات LIYV معاملة بمصل مضاد لبروتين الغلاف (CP) (A) ؛ وبروتين الغلاف الصغير (CPm) (B) و(C)؛ مصل مضاد قبل-مناعي (D). التوسيم تم بواسطة دقائق ذهب قطرها 10 ن م مربوطة مع أجسام مضادة من الخروف ضد الأجسام المضادة للأرنب تجاه (CP) في (A) وتجاه (CPm) في (B) و(C). السهم في (A) يشير إلى المنطقة الطرفية من الفايرون غير المغطاة بالمصل المضاد لـ (CP). السهام في (B) و(C) تشير إلى نهايات الفايرون المغطاة بالمصل المضاد لـ CPm. الخطوط = 224 ن م

عن: (Falk & Tian,1999)

**الممرض (Pathogen):**

ينتمي فايروس LIYV إلى جنس *Crinivirus* باعتباره النوع النموذجي والذي يشترك مع جنس *Closterovirus* في تكوين عائلة *Closteroviridae*.

يضم الجنس *Crinivirus* إضافة إلى فايروس LIYV ستة أنواع اخرى مؤكدة وسبعه أنواع غير مؤكدة. جميع أنواع هذا الجنس تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء ولها تنظيم وراثي متشابه.

جسيمات فايرونات LIYV تكون خيطية طويلة مرنة 800 – 900 X 12 ن م (شكل6.51).

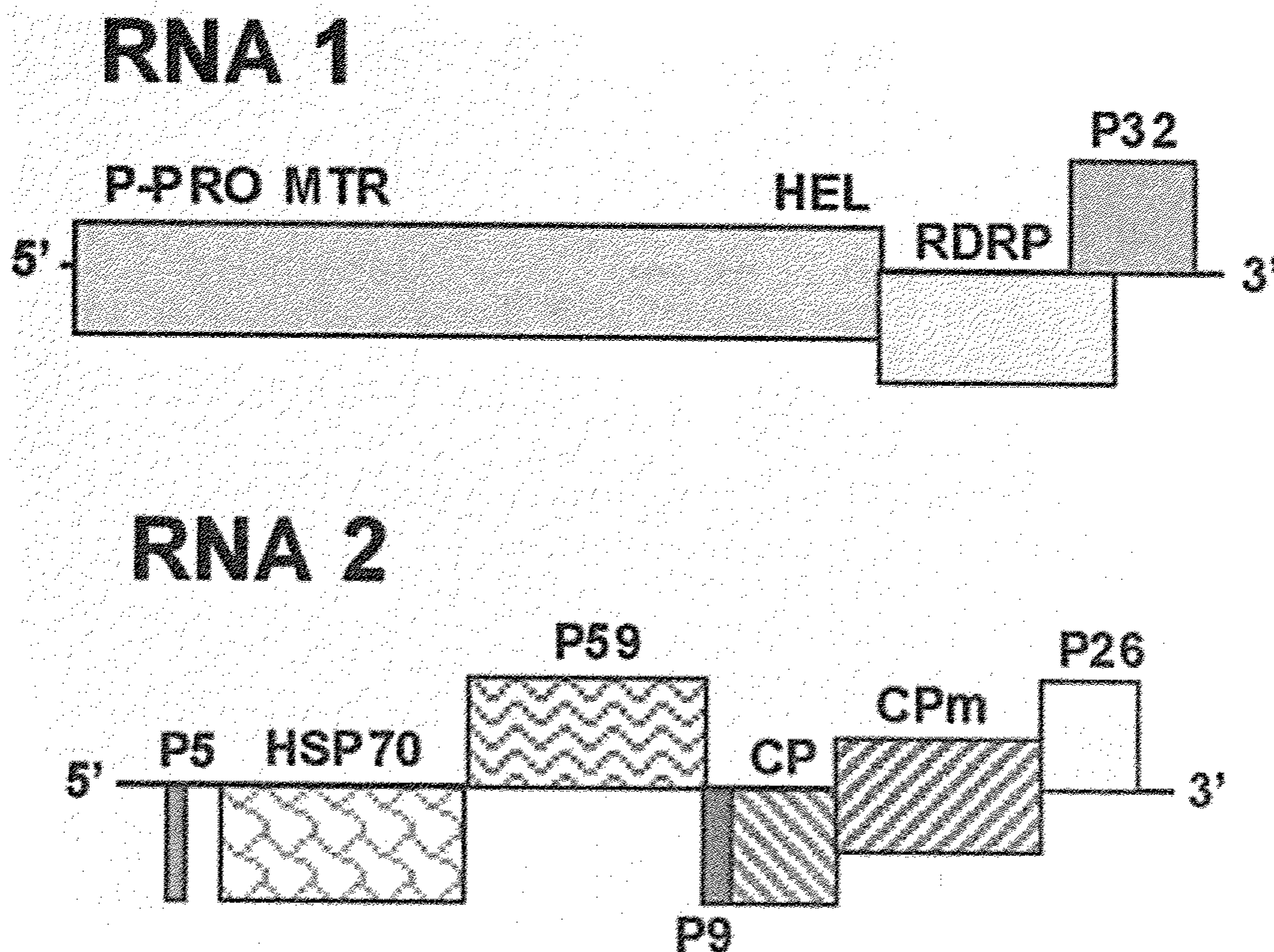
الفايرون مستقطب مظهريا حيث يوجد بروتين الغلاف الصغير (CPm) الذي يشكل 10 % فقط من بروتين الفايرون في نهاية واحدة ويعتقد ان له دورا في نقل الفايروس بواسطة الحشرة الناقلة. وبروتين الغلاف الرئيس الذي يمثل 90 % من البروتين التركيبي للفايرون.

يوجد للفايروس نوعين من الفايرونات مختلفتي الطول كل منهما تحتوي على جزيئة +ssRNA وغلاف بروتيني. الجينوم مؤلف من نوعين من +ssRNA هما RNA-1 يحتوي على 8118 نت وRNA-2 يحتوي على 7193 نت (شكل6.52).

وهكذا يعتبر جينوم هذا الفايروس الثنائي الجزء كبير الحجم ضمن الفايروسات النباتية حيث يبلغ حجمه الكلي 15311 نت. يبدو أن RNA-1 تشفر للبروتينات المتعلقة بالتضاعف بينما تقوم RNA-2 بتشفير البروتينات المشتركة في وظائف الحركة داخل النبات والتغليف والنقل بواسطة الحشرة وغيرها.

وهكذا فإن RNA-1 مؤهلة للتضاعف داخل الخلية لوحدها بينما تعتمد RNA-2 على RNA-1 في تحقيق الإصابة.

يقتصر وجود فايروسات LIYV على نسيج اللحاء في النبات المصاب حيث تحتوي خلاياه على تجمعات للفايرونات(Falk & Tian,1999).

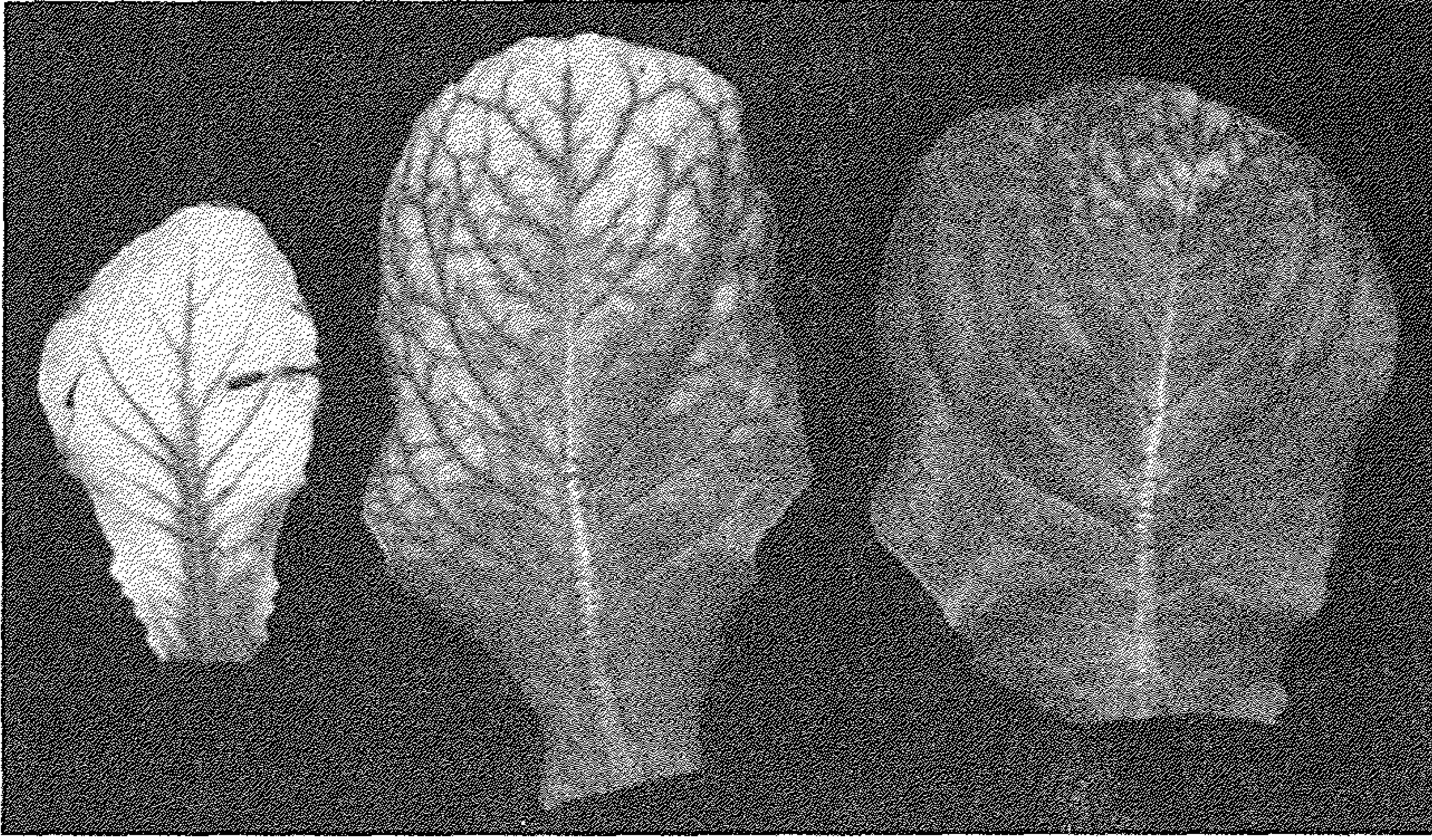



شكل 6.52: مخطط جينوم فايروس LIYV. المستطيلات تمثل اطر القراءة المفتوحة (ORFs): P-PRO البروتيز الشبيه بالبابين (papain-like protease) ؛ MTR إنزيم methyltransferase ؛ HEL إنزيم RNA helicase ؛ RDRP الإنزيم RNA polymerase المعتمد على RNA ؛ HSP70 شبيه بروتينات HSP70 ؛ CP بروتين الغلاف ؛ CPm بروين الغلاف الصغيرز أما البروتينات غير المعروفة لوظيفة فقد اشير اليها بأوزانها الجزيئية النسبية X $10^3$ (مثال P32 = بروتين غير معروف الوظيفة وزنه الجزيئي النسبي $M_r$ 32,000)

عن: (Falk & Tian,1999)

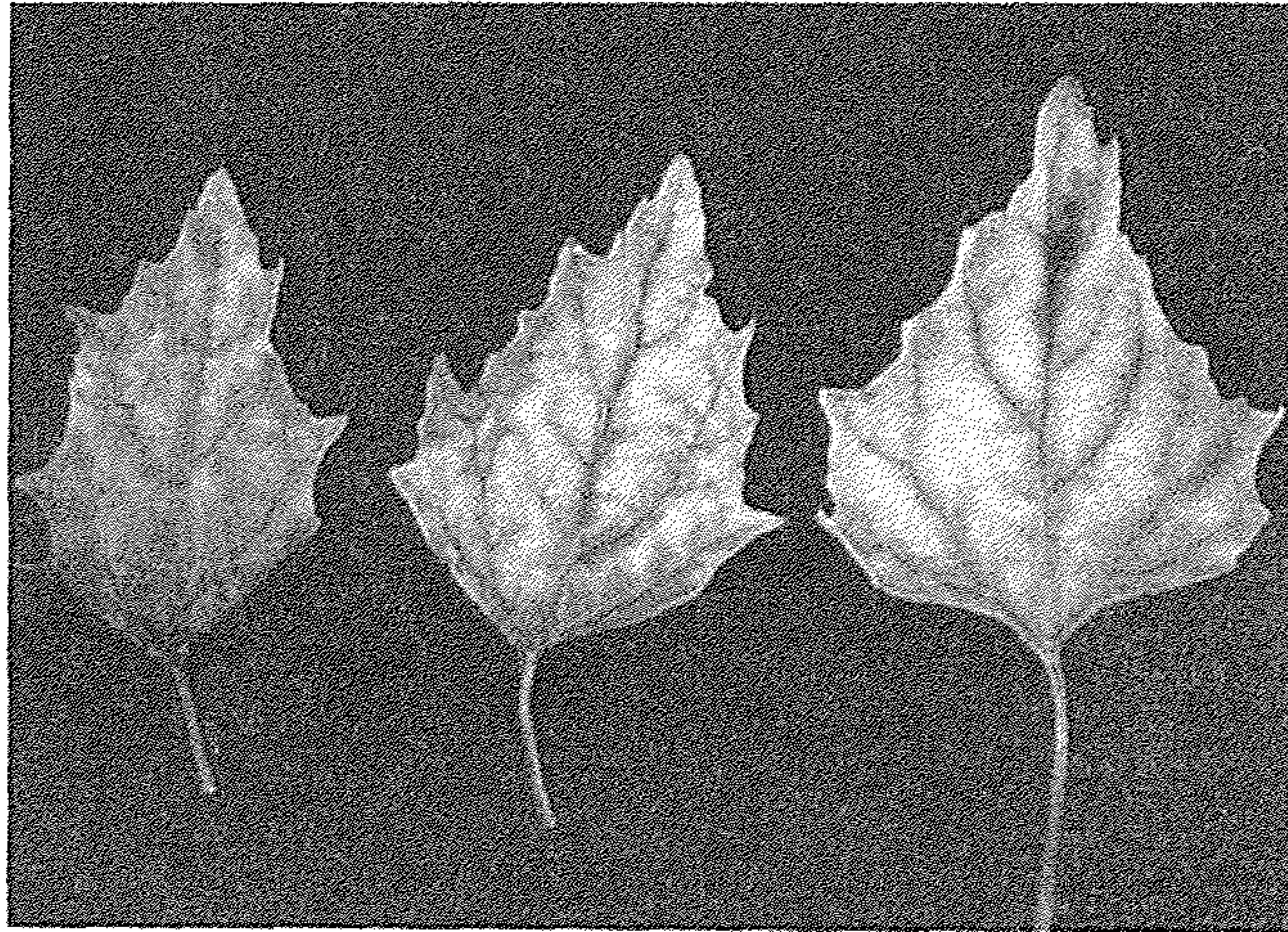
### الأعراض (Symptoms)

الأعراض الأولى على النباتات المصابة مثل الخس والقرع و *Chenopodium* spp. تتمثل على نحو نموذجي بالإصفرار ما بين العروق على الأوراق القديمة. ويمكن أن يشمل الإصفرار كل المساحة ما بين العروق مع بقاء العروق خضراء اللون (شكل 6.53 و6.54).



شكل 6.53: أوراق الخس تظهر الأعراض النموذجية للإصابة بفايروس LIYV

عن: (Falk & Tian,1999)



شكل 6.54: أوراق نبات *Chenopodium murale* تظهر الأعراض النموذجية للإصابة بفايروس LIYV حيث يلاحظ الإصفرار ما بين العروق والعروق الخضراء

عن: (Falk & Tian,1999)

هذه الأعراض مشابهة لتلك التي يحدثها فايروس ( *beet western yellows*

*virus* (BWYV. تظهر الأعراض بعد 14 يوما من التلقيح في الظروف الملائمة. وتقصر فترة الحضانة وتشتد الأعراض في ظروف النهارات الطويلة ذات الإضاءة العالية.

النباتات الكاشفة تتمثل بالخس *Lactuca sativa* صنف Summer Bibb حيث يبدأ ظهور الأعراض بعد 14 – 20 يوما ويكتمل ظهورها بعد 25 – 30 يوما من التلقيح بالفايروس. ونبات *Chenopodium murale* حيث تظهر عليه اعراض الإصفرار على الأوراق السفلية بعد 20 – 24 يوما (شكل5.54). ونبات *Nicotiana benthamiana* الذي تظهر عليه الأعراض بعد 4 – 6 اسابيع. و*Nicotiana clevelandii* يظهر عليه الإصفرار المميز بعد 3 أسابيع.

**تطور المرض (Development of Disease)**

إن المدى العوائلي للفايروس وناقله الحيوي *B. tabaci* واسع حيث يشمل نباتات تعود إلى العوائل النباتية Solanaceae وCucurbitaceae وChenopodiaceae وBrassicaceae وCompositae. أمكن نقل الفايروس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء إلى 45 نوعا من النباتات تعود إلى 15 عائلة . الفايروس لا ينتقل عبر التلقيح الميكانيكي بعصارة النبات المصاب ولا بواسطة البذور. تحتاج الحشرة إلى التغذي على النباتات المصابة لمدة 10 دقائق على الأقل من اجل نقل الفايروس إلى نباتات سليمة لكن النقل الكفوء يتطلب ساعة واحدة وكلما زاد وقت التغذي إزدادت قدرة الحشرة على النقل حيث يستمر لمدة 3 ايام. إن عملية نقل الفايروس تتم بطريقة شبه باقية.

**السيطرة على المرض (Control)**

السيطرة على هذا المرض صعبة جدا مع ذلك يمكن إعتماد وسائل الوقاية التالية:

1 . زراعة المحاصيل المقاومة.

2 . تخفيض تعدادات الذبابة البيضاء عبر مكافحتها.

3 . إختيار وقت ومكان الزراعة قبل وصول الذبابة البيضاء الحاملة للفايروس.

# الفصل السابع Chapter 7

# أمراض الفايروسات الأحادية RNA المتساوية التناظر

# Diseases Caused by Isometric Single- Stranded RNA Viruses

## امراض جنس ***Waikavirus***

إن جنس *Waikavirus* يعود إلى العائلة *Sequiviridae*. يضم الجنس الأنواع *Anthriscus yellows waikavirus* و*Maize chlorotic dwarf waikavirus* و *Rice tungro spherical waikavirus*.

تنتشر هذه الأمراض في شرق آسيا ويوراسيا وفي المملكة المتحدة والولايات المتحدة.

جسيمات الفايروس مدورة ذات تناظر متعدد السطوح إطاره يبدو مدورا أو سداسي الأضلاع. قطر الغلاف 29 – 30 ن م كما أن ترتيب وحدات الغلاف قد يكون واضحا أو لا.

الجينوم احادي يتالف من ssRNA+ حجمه الكامل يساوي 10 600 - 10 670 نت.

الفايروس ينتقل بواسطة عامل حيوي ولا ينتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي أو الملامسة ولا بواسطة البذور أو حبوب الطلع. العامل الحيوي الناقل يكون من المفصليات أو الحشرات المتشابهة الأجنحة من عوائل Aphididae وCicadellidae.

الفايروسات هنا تنقل بطريقة شبه باقية والحشرة تفقد الفايروس بعد الإنسلاخ والفايروس لا يتضاعف داخل الحشرة ولا ينتقل إلى ذريتها.

يوجد الفايروس في سايتوبلازم الخلايا المصابة التي تظهر مضمنات خلوية في السايتوبلازم. المضمنات تكون بشكل اجسام غير متبلورة قد تحتوي على فايرونات ناضجة( Brunt *et al.*,1996 ; ICTVdB Management. 2006 c).

## مرض تونغرو الرز

## Rice Tungro

المرض منتشر في جنوب شرق آسيا بما فيها الهند والباكستان ويسبب خسائر كبيرة من خلال العديد من الأوبئة التي يحدثها. يخفض المرض عدد السنابل والسنيبلات ويخفض إمتلاء الحبوب ووزنها ومحتواها من النشاء( Muralidharan *et al.*,2003).

يعتبر مرض تونغرو على الرز مرضا خطيرا لأن التنبؤ بوقوعه والسيطرة عليه امران غير يسيران (Warburton *et al.*,1998).

**الممرض (Pathogen)**: يتسبب المرض عن الإصابة المشتركة بفايروس (RTSV) *rice turgo spherical waikavirus* وهو فايروس كروي ssRNA وفايروس (RTBV) *rice turgo bacilliform bandnavirus* وهو فايروس dsDNA عصوي.

فايروس RTSV يتالف من جسيمات مدورة قطرها 30 ن م. الجينوم الكلي حجمه 422 10 نت.

يوجد الفايروس في سايتوبلازم خلايا اللحاء والبرنكيما الوعائية في الأوراق والجذر. المضمنات الخلوية في الخلايا المصابة تكون بشكل غير متبلور وفايروبلازما واشكال غير إعتيادية.

الأعراض على نباتات الرز باعتباره نباتا تشخيصيا تكون بشكل تقزم خفيف وتلون الحبوب.

ينتقل الفايروس بواسطة عوامل النقل الحيوي بشكل شبه باقي من حشرات النطاط خصوصا *Nephotettix virescens* وهو لا يتكاثر داخل الناقل ويفقد بعد الإنسلاخ(ICTVdB Description, 2002k).

جسيمات فايروس RTBV تكون عصوية 110 – 400 X 30 – 35 ن م. الجينوم مؤلف من dsDNA أحادي دائري حجمه 8.3 ك ق.

توجد الفايرونات في سايتوبلازم خلايا اللحاء والبرنكيما الوعائية في أوراق وجذور النباتات المصابة. الخلايا المصابة لا تكون مضمنات خلوية بينما يمكن ان تراكم النشاء.

**الأعراض (Symptoms)**

تتمثل اعراض المرض بتقزم النبات وتبرقش وتلون الأوراق باللون البرتقالي المصفر (شكل7.1).



شكل7.1: حقل رز مصاب بمرض تونغرو حيث يظهر الإصفرار وقت التفرع

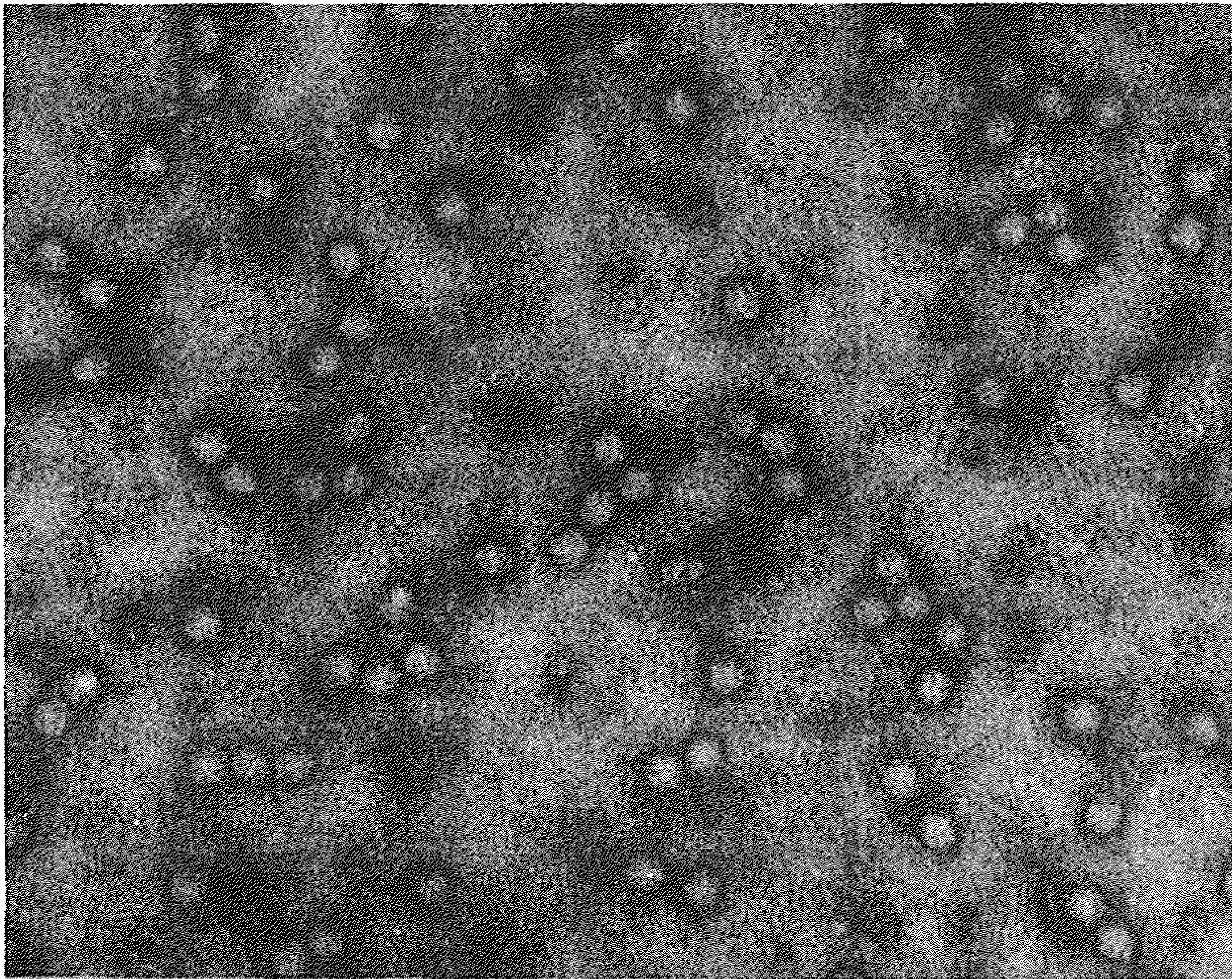
عن: /http://www.flickr.com/photos/43804605@N00/391914240

**تطور المرض (Development of Disease)**

فايروس RTBV يعتمد في انتشاره بواسطة نطاط الأوراق على فايروس RTSV ووجوده معه يكثف الأعراض وهذ الأخير لوحده يمكن ان يحدث تقزم خفيف ويسرع نشوء اعراض المرض(Brunt *et al.*,1996).

بين (Savary *et al.*,1993) أن الانتشار الوبائي لمرض تونغرو على الرز يترافق مع موعد الزراعة المتوسط حيث لا يحصل المرض في موعد الزاعة المبكر جدا أو المتأخر جدا وزيادة آهلات الناقل الحيوي ونسب الحمل الفايروسي للناقل الحيوي خصوصا في المناطق غير المتوطنة.

## مرض تقزم وإصفرار الذرة
## Maize chlorotic dwarf



شكل 7.2: جسيمات فايروس MCDV كما تظهر بالمجهر الإلكتروني

عن: (ICTVdB Management , 2006 d)

تقزم وإصفرار الذرة من امراض الذرة المهمة مع مرض موزائيك وتقزم الذرة في الولايات المتحدة. ويعتمد توزع هذين المرضين على عامل تشتيتهما نبات الدغل السفرندة Johnsongrass.

**الممرض (Pathogen)**: جسيمات فايروس (MCDV) *maize chloratic dwarf virus* تكون مدورة ذات تناظر متعدد السطوح ذات إطار سداسي الأضلاع قطرها 30 ن م (شكل7.2). الجينوم أحادي يتألف من جزيئة ssRNA حجمه الكلي 670 10 نت.

**الأعراض (Symptoms)**

تظهر اعراض الإصابة بفايروس MCDV بشكل إصفرار على الأوراق الحديثة مع تخطط أصفر دقيق أو شفافية عروق تظهرها العروق الصغيرة مابين العروق الكبيرة خصوصا على السطح السفلي من الأوراق. ثم يحصل إحمرار وإصفرار عام للنبات ككل. النباتات يمكن أن تكون متقزمة بسبب قصر السلاميات (شكل7.3) ( Lipps & Mills). الأعراض تشتد أكثر من خلال الإصابات المختلطة بسلالات الفايروس نفسه أو مع فايروسات اخرى(Agrios,1997).



شكل 7.3: أعراض الإصابة بفايروس MCDV على نباتات الذرة

عن: (Lipps & Mills)

ينتقل الفايروس بواسطة حشرات نطاط الأوراق *Graminella nigrifrons* و *Graminella sonora* و *Exitianus exitiosus*(ICTVdB Management , 2006 d).

يوجد الفايروس في سايتوبلازم الخلايا المصابة لنسيج اللحاء.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة الهجن المقاومة أو المتحملة للإصابة.
2. القضاء على دغل السفرندة الذي يعتبر مصدر الإصابات الأولية ونباتات الذرة الموجودة قبل الزراعة
3. الزراعة المبكرة للمحصول(Lipps & Mills).

## امراض فايروسات عائلة *Luteoviride*

المقطع Luteo يعني اصفر باللغة اللاتينية وهذا الإسم جاء ليعني الفايروسات المسببة لأعراض الإصفرار في النباتات(Agrios,1007).

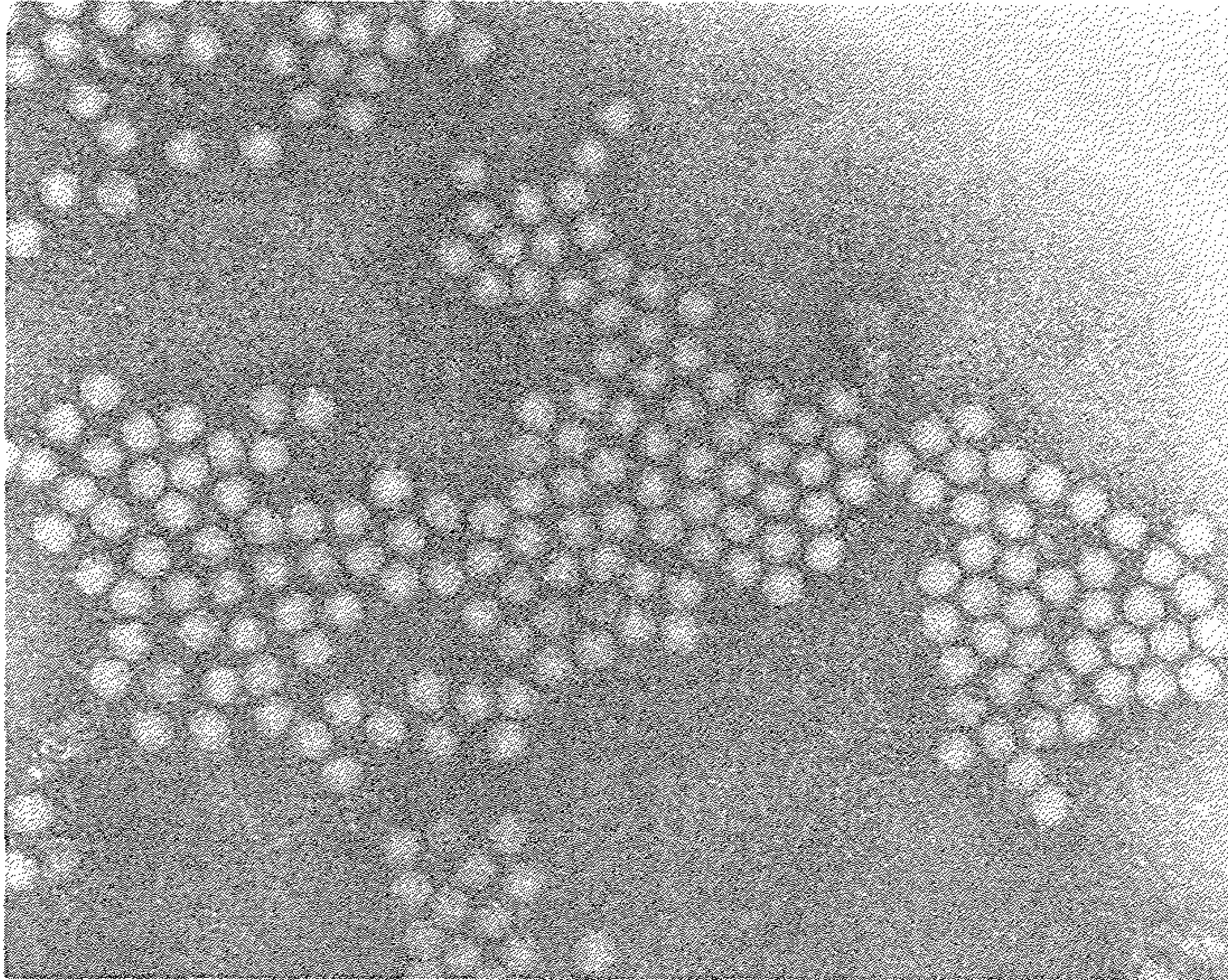
## أمراض جنس Luteovirus

الفايروس والأمراض التي يسببها عالمية الانتشار.

جسيمات الفايروس مدورة ذات تناظر متعدد السطوح قطرها 23 – 30 ن م (شكل7.4) و الخلايا المصابة تظهر مضمنات خلوية في السايتوبلازم وتشمل بلورات واجسام غير متبلورة أو غشائية وهي تحتوي على فايرونات ناضجة.

جنس *Luteovirus* يضم النوع *Barley yellow dwarf virus* وهو النوع النموذجي ويتكون من سلالات تقع في مجموعتين: المجموعة I تضمMAV - BYDV و BYDV- PAV و BYDV- SGV المجموعة II تضم سلالاتRPV - BYDV و BYDV - RMV بالإضافة إلى الأنواع *bean leaf roll virus, syn.* *legume yellows virus* و *Michigan alfalfa virus* و *pea leaf roll virus* و *beet*

*Malva yellow virus* و *beet mild yellowing virus* و *western yellows virus* *groundnut rosette assistor virus* و *carrot red lea virus* و *turnip yellow virus* و *Solanum yellow* و *potato leaf roll virus* و *Indonesian soybean dwarf virus* و *strawberry mild yellow* و *soybean dwarf virus* و *tomato yellow to virus* و *virus* *tobacco necrotic dwarf* و *subterranean clover red lea virus* و *edge virus* .*virus*



شكل 7.4: جسيمات فايروس *Luteovirus* كما تظهر بالمجهر الإلكتروني

عن: (ICTVdB Management , 2006 f)

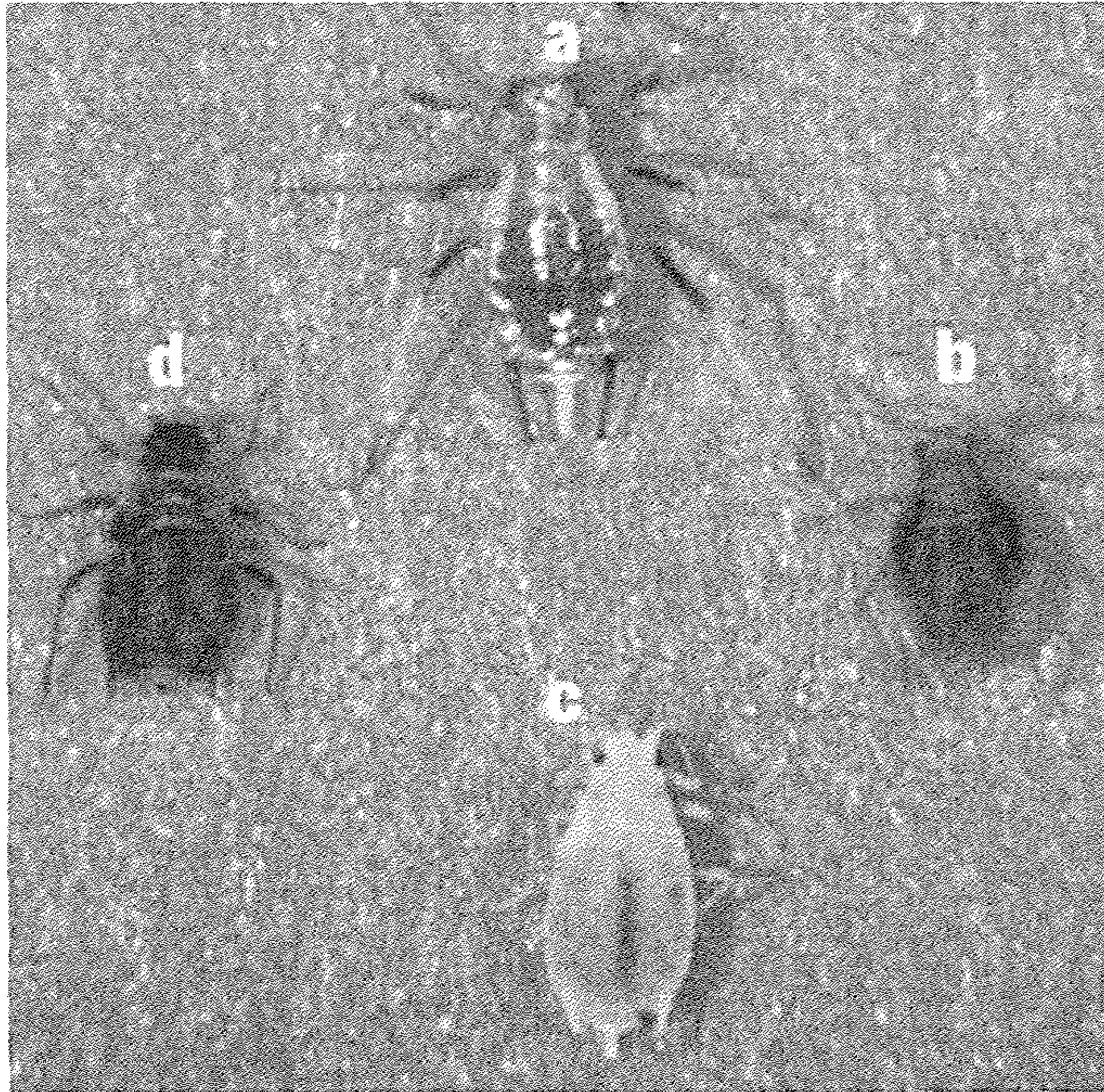
## إصفرار وتقزم الشعير

## **Barley yellow dwarf**

يصيب هذا المرض محاصيل الحبوب الإقتصادية المختلفة كالقمح والشعير

والرز والذرة وهو عالمي الانتشار ويمكن ان يسبب خسائر في المحصول تتراوح بين 5 – 25 %(Wolf,2002).

**المموض (Pathogen)**: يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس (BYDV) *barley yellow dwarf virus*. تتميز في هذا الفايروس سلالات المجموعة المصلية I وهي MAV تكون ذات اعراض اقل شدة وتنتقل بواسطة حشرات المن وسلالة PAV وهي ايضا قليلة الشدة ونتقل بواسطة المن. وسلالات المجموعة المصلية II وتسمى *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) وهما سلالة RPV الأكثر شدة وRMV وتنقل بواسطة حشرات المن ايضا (شكل7.5).




شكل 7.5: حشرات المن الناقلة لفايروس BYDV. من الحبوب الإنكليزي(a) ومن الشوفان(b) والحشرة الخضراء(c)و من أوراق الذرة(d)

عن: (Wolf,2002)

درس (Robertson & French,2007) مكونات آهلات الفايروسات BYDV سلالة PAS وPAV وCYDV سلالة RPV على الشعير والشوفان في منطقة الآسكا في الولايات المتحدة للسنوات 2001 – 2004. غالبية السلالات (80 %) كانت BYDV-PAS، حوالي 17 % CYDV-RPV و3 % BYDV-PAV. لم تتغير التركيبة الوراثية للعزلات خلال سنوات الدراسة الثلاثة حيث كان التغاير في التتابعات ضمن السلالات اقل من 1 %. ولم تظهر السلالات تفضيلات عوائلية بين الشعير والشوفان.

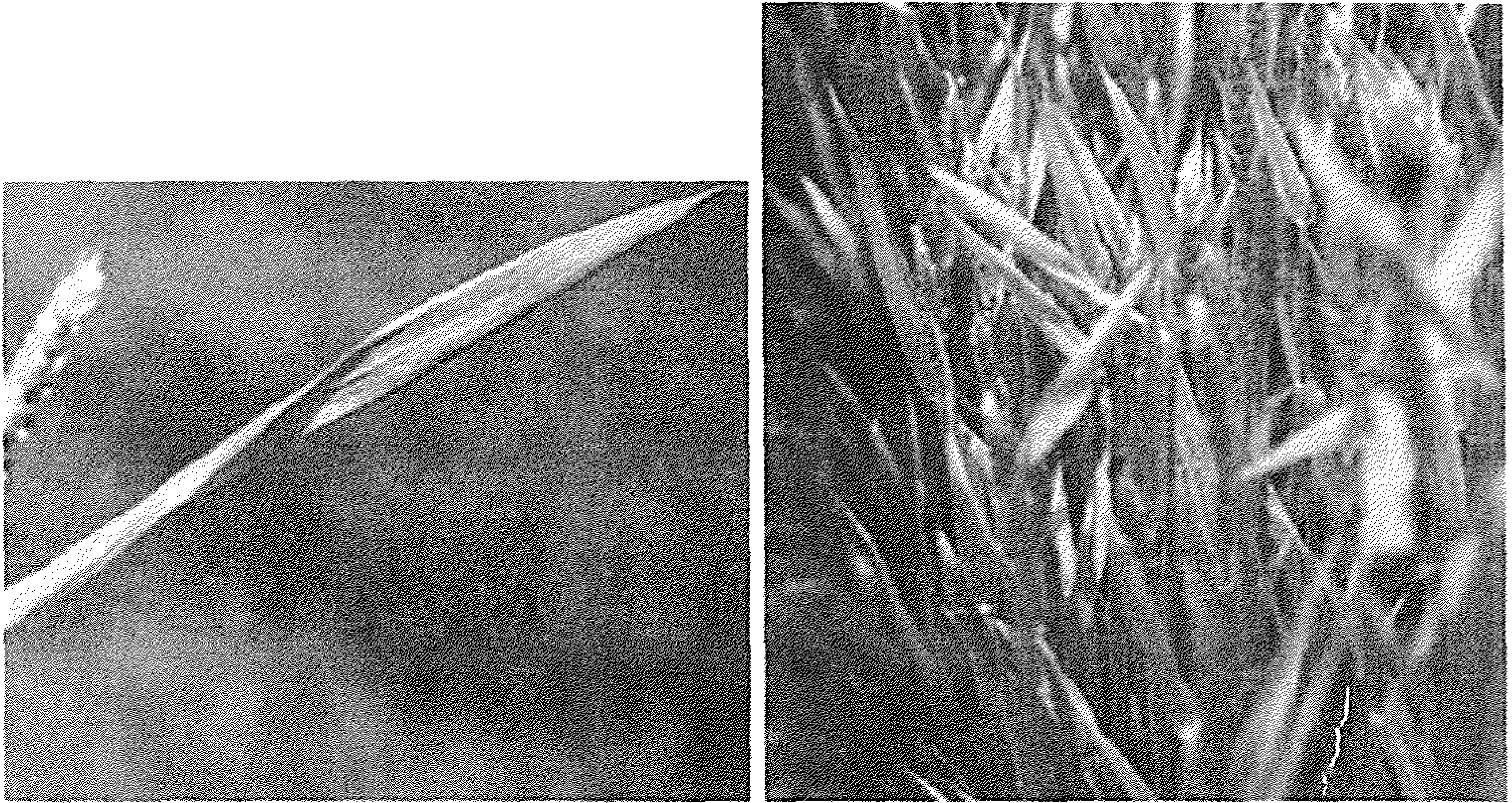
يعود فايروس *barley yellow dwarf virus* إلى جنس *Luteovirus*. جسيمات الفايروس مدورة قطرها 25 - 30 ن م. الجينوم احادي يتالف من جزيئة ssRNA+.

توجد الفايرونات في سايتوبلازم أو نوى خلايا اللحاء وحول الروابط البلازمية. يؤدي نشاط الفايروس إلى موت انسجة اللحاء. ويمكن لسلالات الفايروس المختلفة التاثير بطرق مختلفة على نواة الخلية. فسلالات المجموعة المصلية I تسبب تشوه وتفصص النواة وتراكم كتل من المواد الكثيفة الإصطباغ قبل تحللها. أما سلالات المجموعة المصلية II فتحدث تاثيرات مختلفة حيث يختفي الكروماتين غير المتجانس خلال الأطوار المتاخرة من الإصابة(ICTVdB Description, 2002m).

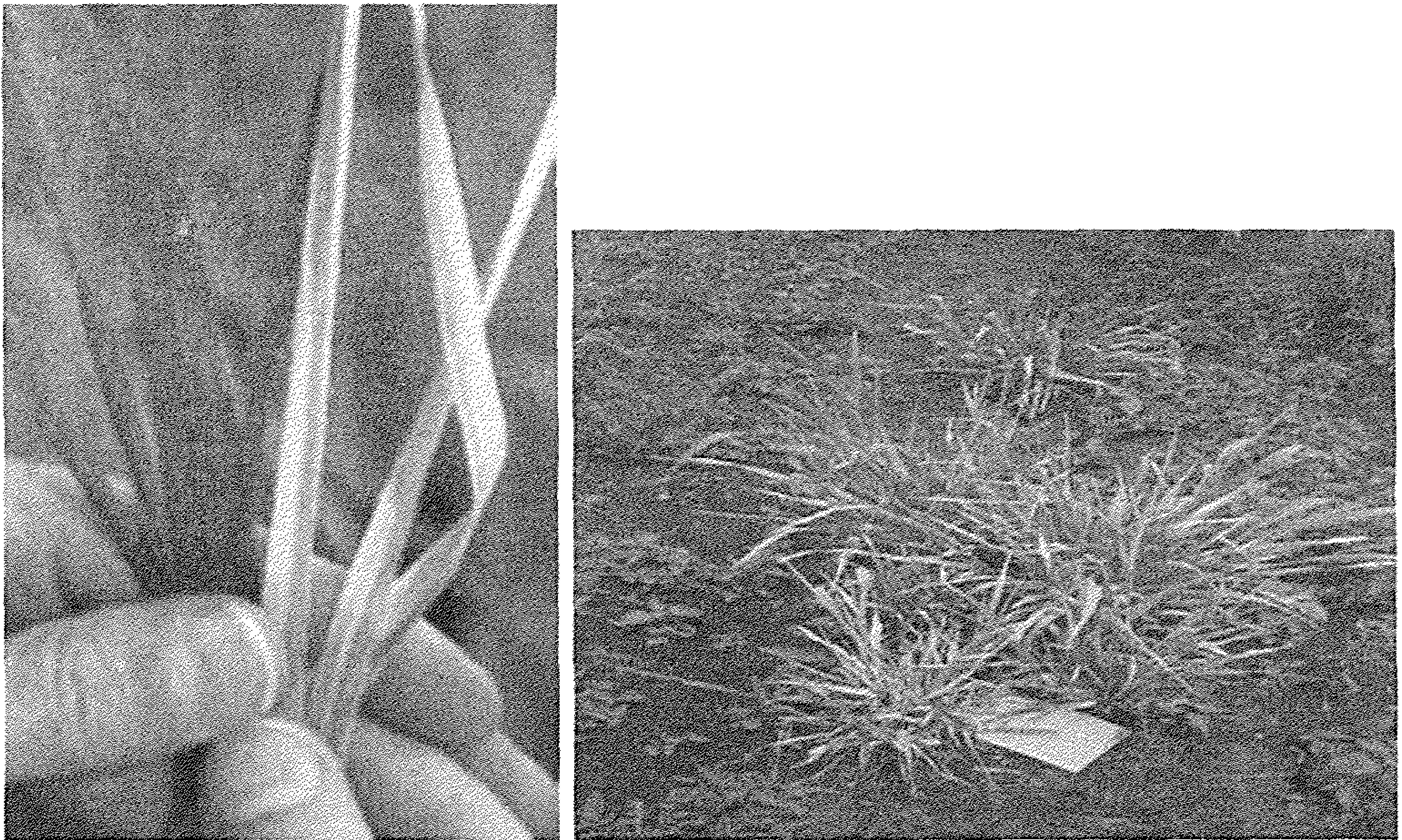
### الأعراض (Symptoms)

اعراض المرض تختلف مع إختلاف صنف النبات العائل ومرحلة نموه وسلالة الفايروس والظروف البيئية السائدة. تظهر الأعراض عادة بعد 14 يوما من التلقيح بالفايروس. النباتات الصغيرة تكون اكثر عرضة للإصابة. تظهر النباتات المصابة إصفرار أو إحمرار الأوراق والتقزم وضعف النمو وتأخر أو عدم تكوين السنابل وإنخفاض الإنتاج.

سنابل النباتات المصابة تبقى قائمة وتسوّد نتيجة الإصابات الثانوية بالفطريات. على نباتات القمح تتمثل الأعراض بتلون أصفر إلى أحمر يبدأ من طرف الورقة ويتجه نحو القاعدة كما في الشكل7.6 و7.7. ونباتات الشعير المصابة تصبح صفراء ذهبية ولكن نباتات الشوفان المصابة تصبح ذات تلون أحمر مميز.



شكل 7.6: أعراض الإصابة بفايروس BYDV على نباتات القمح مظهرا الإصفرار(يمين)
وتلون أحمر للورقة العليا(يسار)
عن: (Wolf,2002)



شكل 7.7: نباتات قمح مصابة بفايروس BYDV(يمين) وإصفرار الأوراق (يسار)
عن: (Wikipedia,2007)

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة الأصناف المقاومة. توجد اصناف شوفان مقاومة لكن اصناف القمح والشعير ذات مقاومة محدودة.
2. الإنتباه إلى موعد الزراعة وتجنب الزراعة المبكرة للقمح الشتوي والشعير تفاديا لإصابة البادرات بوجود حشرات المن.
3. القضاء على النباتات الطليعية من المحصول والأدغال البرية التي يمكن ان تكون مصدرا للفايروس.

## أمراض جنس Polerovirus

## الإصفرار الغربي للبنجر Beet Western Yellows

هذه الأمراض عالمية الانتشار. المحاصيل المتاثرة تشمل 100 نوعا تتوزع على أكثر من 21 عائلة ومن بينها نباتات البنجر السكري والسبانخ والخس ونباتات العائلة الصليبية والحشائش.

**المرض (Pathogen)**: تتسبب هذه الأمراض عن الإصابة بفايروس (BWYV) *beet western yellows*. جسيمات الفايروس تكون مدورة ذات تناظر متعدد السطوح بإطار سداسي الأضلاع قطرها 26 ن م. الجينوم ثنائي الجزء (Bipartite) كل في جسيمة ذات غلاف بروتيني ويتالف من جزيئة +ssRNA والحجم الكامل للجينوم يساوي 5641 نت. ينتشر الفايروس بواسطة حشرات المن بطريقة باقية.

**الأعراض (Symptoms)**

الأعراض النموذجية تظهر على الخس بشكل إصفرار على الحواف ومابين العروق يتبعه نخر الأنسجة (شكل7.8). وليس من غير الشائع ان يحصل إنهيار للأنسجة المصابة ونخر وتقزم للنبات بشكل سريع. اما اعراض الإحمرار التي تظهرها بعض النباتات المصابة فتحصل نتيجة تحلل أو تثبيط تكوين صبغات الكلوروفيل

وظهور صبغات انثوسيانين (شكل7.9).

وعلى البازلاء تظهر اعراض مشابهة لما يحدثه فايروس *bean leaf roll luteovirus* (Hampton *et al.*,1998).

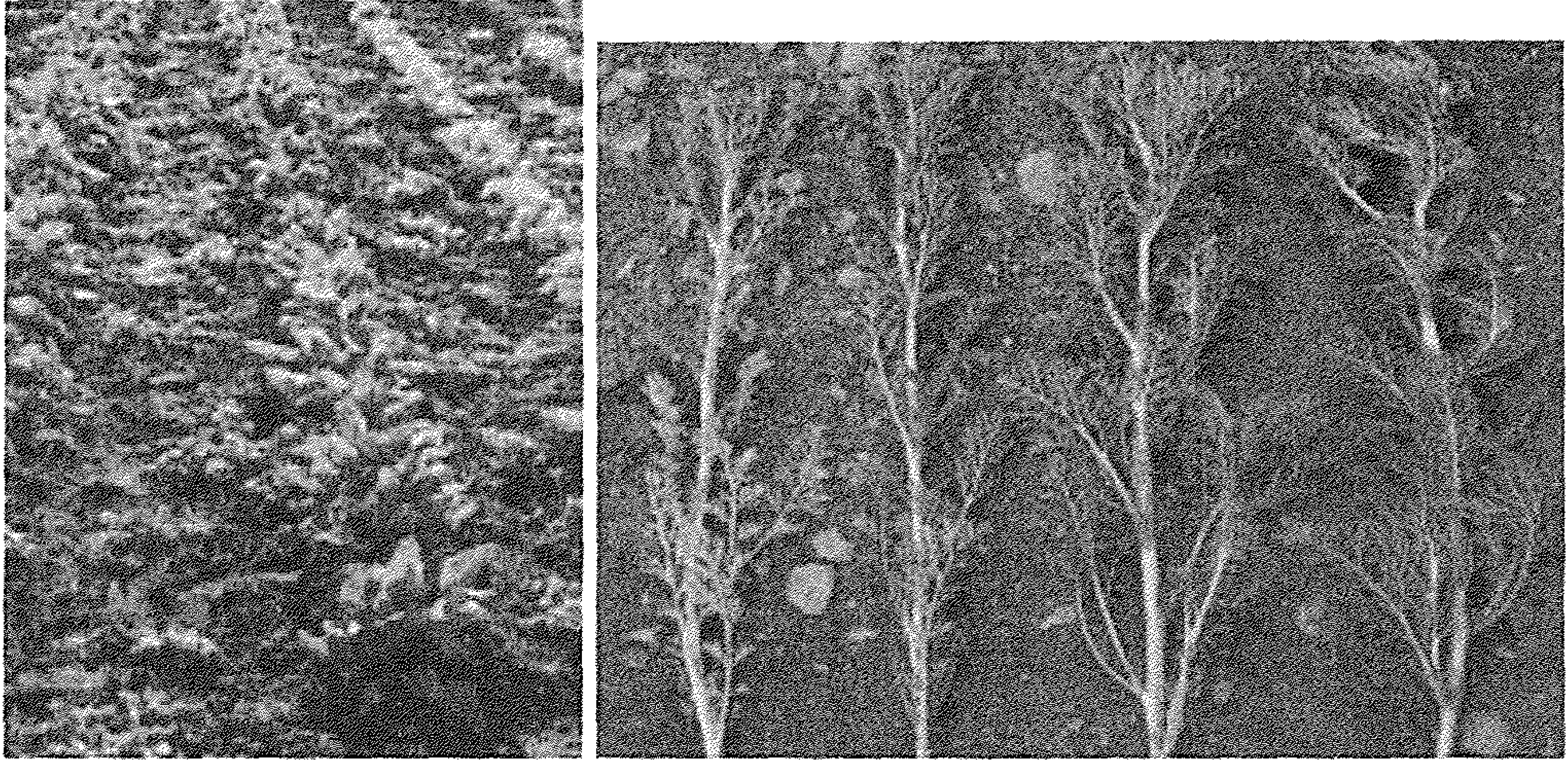






شكل 7.8: أعراض الإصابة النموذجية بفايروس BWYV حيث يلاحظ الإصفرار على نباتات الخس (A) والإصفرار في الحواف ومابين العروق(B)

عن: (Hampton *et al.*,1998)



شكل 7.9: أعراض الإصابة بفايروس BWYV على نباتات الخردل (يمين) وعلى نباتات السبانخ(يسار) حيث يلاحظ الإحمرار والإصفرار

عن: (Hampton *et al.*,1998)

**النباتات العائلة المشخصة للإصابة (Diagnostic species):**

*Trifolium subterraneum* و *Crambe abyssinica* و *Gomphrena globosa* و *Montia perfoliata* تظهر أعراض أحمرار جهازي للأوراق. الخس *Lactuca sativa* و *Capsella bursa-pastoris* و *Pisum sativum* تظهر اعراض إصفرار جهازي للأوراق.

*Lens culinaris* و *Glycine max* cv. Shirotsuronoko و *Arachis hypogaea* تظهر اعراض التقزم. ولمعرفة النباتات العائلة وغير العائلة يمكن مراجعة ( ICTVdB Management , 2006 e).

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . مكافحة حشرات المن الناقلة للفايروس.

2 . مكافحة الأدغال حيث تمثل مصدرا للإصابة.

## مرض التفاف أوراق البطاطا

## Potato Leafroll

المرض عالمي الانتشار وهو مع المرض الناشيء عن *potato virus Y* يعتبران من اهم الأمراض الفايروسية على البطاطا(Novy *et al.*,2007).

الخسائر الناجمة عن الإصابة بالفايروس والمتمثلة بإنخفاض عدد وحجم الدرنات تكون اكبر في النباتات النامية من درنات مصابة وبدرجة اقل من نباتات سليمة اصيبت نتيجة النقل بالحشرات في وقت مبكر من الموسم. أما النباتات الكبيرة فتكون مقاومة للإصابة. الدرنات المصابة تصبح غير صالحة للتسويق المباشر أو التصنيع أو كتقاوي(Putnam & Ocamb, 2007).

الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *Potato leafroll virus* (PLRV).

جسيم الفايروس شكله زاوي قطره 24 ن م. الجينوم يكون بشكل جزيئة ssRNA.

يوجد الفايروس في سايتوبلازم وفجوات خلايا اللحاء والخلايا المرافقة. المضمنات الخلوية تحتوي على الفايرونات وتوجد بشكل بلورات في السايتوبلازم. كما يحصل تثخن في خلايا اللحاء الأولي في الساق واعناق الأوراق ويتراكم الكالوس في بعض الأنابيب المنخلية للدرنة(ICTVdB Description. 2002 l).



شكل 7.10: أعراض الإصابة بفايروس PLRV على نبات البطاطا. بداية الأعراض(يسار) وأعراض متقدمة(يمين)

عن: (Putnam & Ocamb, 2007) و#http://www.agri.gov.il/gilat-molcho/plrv.html

**الأعراض (Symptoms)**

الأعراض الناتجة على النباتات النامية من درنات مصابة أو التي تحصل في وقت مبكر من موسم النمو تبدأ اولا على الأوراق السفلية حيث يحصل إلتفاف للأوراق إلى اعلى حول العرق الوسطي وتصبح ذات قوام جلدي. النباتات تكون صفراء ومتقزمة ويمكن ان تظهر الأوراق العلوية تلونا محمرا بنفسجيا بينما تصبح الأوراق السفلية بنية اللون وتموت مبكرا (شكل7.10). أما عند حصول الإصابة على نباتات من درنات سليمة فتكون الأعراض بسيطة وتبدا بإنحناء حواف الأوراق العلوية نحو الداخل مع شحوب اللون الأخضر بعد ذلك يمكن أن يمتد الإلتفاف إلى الأوراق السفلية للنبات وتقسي الأوراق وفقدان الكثافة اللونية لها. يمكن ان تظهر الدرنات قروح نخرية قد تنتشر خلال الخزن أو يحصل نخر شبكي عاى بعض الأصناف. هذا يؤدي إلى إنخفاض في المنتوج وعدم صلاحية الدرنات للزراعة(Putnam & Ocamb, 2007).

**النباتات الكاشفة والمشخصة للإصابة (Diagnostic species):**

نبات *Datura stramonium* الأعراض إصفرار جهازي لمابين العروق.

نبات *Physalis floridana* الأعراض إصفرار جهازي لمابين العروق والأوراق

القديمة تلتف قليلا ويتقزم النبات.

نبات البطاطا *Solanum tuberosum* ssp. *Tuberosum* التقزم وإلتفاف الأوراق.

**تطور المرض (Development of Disease)**

الفايروس ينتقل بواسطة 10 أنواع من حشرات المن اهمها من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* بطريقة باقية حيث تتمكن الحشرة الناقلة بقدرتها على نقل الفايروس طيلة حياتها لكنها لا تنقل الفايروس إلى ذريتها.

الإصابة الأولية يمكن ان تنشأ عن درنات مصابة أو يمكن ان تنقل إلى الحقل بواسطة الحشرات من مصادر خارجية. لكن الخطورة تكون اكبر عندما تكون الزراعة قد تمت بواسطة درنات مصابة. ويمكن ان يحصل انتشار وبائي حتى بسبب وجود درنة مصابة واحدة / 10000 م$^2$ إذا لم تتم السيطرة على حشرات المن الناقلة( Putnam & Ocamb, 2007).

بين (Peter *et al*.,2007) أن بروتينا تركيبيا صغيرا واحدا في الفايروس يؤثر في إصابة النبات والنقل بواسطة حشرة المن. أحد أجزاء هذا البروتين مطلوب من أجل حركة الفايروس في الغدد اللعابية للحشرة. تعطيل هذا الجزء من البروتين يؤدي إلى عدم نقل الحشرة للفايروس. جزء آخر من البروتين نفسه مطلوب من أجل حركة الفايروس في الأنسجة الناقلة للنبات العائل. تغيير هذا الجزء أو حذفه من البروتين يؤدي إلى بقاء الفايروس في موقع التلقيح أو تحركه ببطيء شديد إلى مواقع أخرى من النبات. هذه النتائج يمكن أن توفر الأساس الجزيئي لمكافحة فعالة للفايروس.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة الأصناف المقاومة مثل الصنف المهندس وراثيا 'Russet Burbank' وعدد من الأصناف المقاومة عبر التهجين.
2. مكافحة حشرات المن الناقلة للفايروس.
3. استخدام درنات خالية من الفايروس لغرض الزراعة.

4. القضاء على الأدغال الشتوية مثل نبات الخردل وغيره وكذلك نباتات البطاطا الطليعية.
5. حرق النباتات المصابة(Putnam & Ocamb, 2007).

### امراض فايروسات *Comoviridae*

تضم عائلة *Comoviridae* الأجناس *Comovirus* و*Fabavirus* و*Nepovirus*.

جسيمات هذه الفايروسات تكون مدورة ذات تناظر متعدد السطوح قطرها 28 – 30 ن م.

الجينوم ثنائي التجزؤ حيث يتوزع جزئي الجينوم على نوعين من الجسيمات ويكون بشكل +ssRNA. الحجم الكلي للجينوم يساوي 10 000 – 15 000 نت. الجسيمات الكبيرة تحتوي كل منها على RNA-1 بينما تحتوي الجسيمات الصغيرة على RNA-2 وتوجد جسيمات اصغر لا تحتوي على حامض نووي.

### أمراض جنس *Comovirus*

## فايروس موزائيك اللوبياء

## *cowpea mosaiv virus* (CPMV)

ينتشر الفايروس في بعض دول أمريكا اللاتينية وأفريقيا والولايات المتحدة. تسبب هذه الفايروسات اعراض الموزائيك والتقزم والتشوه بدرجات مختلفة.

هذه الفايروسات قريبة من الفايروسات الحيوانية Picornaviruses ومع انها لا تضاعف في الحيوانات فهي تستخدم على نطاق واسع في علم المواد والتقنية النانوية الحيوية (Nanobiotechnology). فهذا الفايروس يمكن أن يتفاعل نوعيا مع عدد من الخطوط الوراثية لخلايا اللبائن عند إعطائه عن طريق الفم أو الحقن الوريدي كما يستخدم في دراسات التصوير للأوعية الدموية من خلال إضفاء الوميض على الفايروس. هذا الاتجاه حضي بإهمام الباحثين لاستخدام الفايروس في مجال تكوين

اللقاحات والأدوية الموجهة نحو الهدف بما فيها توجيه الأدوية المضادة لسرطان (Destito *et al.*,2007 ; Koudelka *et al.*,2009).

الممرض (**Pathogen**): جسيمات الفايروس مدورة ذات تناظر متعدد السطوح قطرها 28 ن م. الغلاف يتالف من 32 وحدة. الجينوم ثنائي التجزؤ موزع على نوعين من الجسيمات، كل نوع يحتوي على جزيئة ssRNA+. الجينوم الكلي طوله 9870 نت. الجسيمة الكبيرة تحتوي على RNA1 (RNA B) طولها 5889 نت والجسيمة الصغيرة تحتوي على RNA2 (RNA-M) طولها 3981 نت وهناك جسيمات اصغر لا تحتوي على حامض نووي(ICTVdB Management 2006 g).

الفايروس ينتقل بواسطة حشرات *Ootheca mutabilis* و *Paraluperodes quaternus* و *Nematocerus acerbus* و *Ceratoma variegata* و *C. ruficornis, C. trifurcata* و *Diabrotica balteata* و *D. undecimpunctata howardi* و *D. virgifera* و *Acalymma vittatum* . كما ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي والتطعيم وبواسطة البذور(1 – 5 %).

النباتات العائلة المشخصة للفايروس (**Diagnostic species**):

*Chenopodium amaranticolor* يظهر اعراض البقع الموضعية النخرية وتخطيط وبقع إصفرارية جهازية وتشوه القمة.

نبات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* صنف Pinto يظهر بقع موضعية نخرية أو إصفرارية.

*Vigna unguiculata* صنف Blackeye بقع إصفرار موضعية وموزائيك جهازي.

*Vigna unguiculata* صنف Chinese Red × Iron نقط موضعية نخرية.

نبات غير عائل لا يصاب *Nicotiana glutinosa*.

الفايرونات توجد في السايتوبلازم في خلايا النسيج الوسطي للأوراق حيث تظهر مضمنات خلوية بشكل بلورات في السايتوبلازم وأشكال غير إعتيادية ومواد كثيفة الإلكترونات في حوصلات أو أنيبيات غشائية تحتوي على صفوف من جسيمات مشابهة للفايرونات تمر بالفجوات الكبيرة أو تكون مغروزة في الروابط البلازمية

المتوسعة(Brunt *et al.*,1996).

السيطرة على المرض (Control)

1 . استخدام بذور خالية من الفايروس.

2 . مكافحة الحشرات الناقلة.

## أمراض جنس Nepovirus

## فايروس Tomato black ring virus

الفايروس ينتشر في أوربا يسبب امراض الحلقة السوداء على الطماطة والفاصوليا والبنجر السكري والشليك والعرق الأسود في الكرفس ومرض أوكوبا الزائف في البطاطا وتقزم المجموع الخضري في الخوخ وغيرها. كما سجل على العنب (Stobbs & Van Schagen,1984). إحدى سلالات الفايروس من نبات *Robinia pseudoacacia* لها القدرة على إصابة 76 نوعا في 29 عائلة من ذوات الفلقتين عن طريق التلقيح الميكانيكي. كما أنها تصيب جذور احد نباتات عاريات البذور *Picea sitchensis* وتصيب تقريبا جميع النباتات العشبية المستخدمة في التجارب.

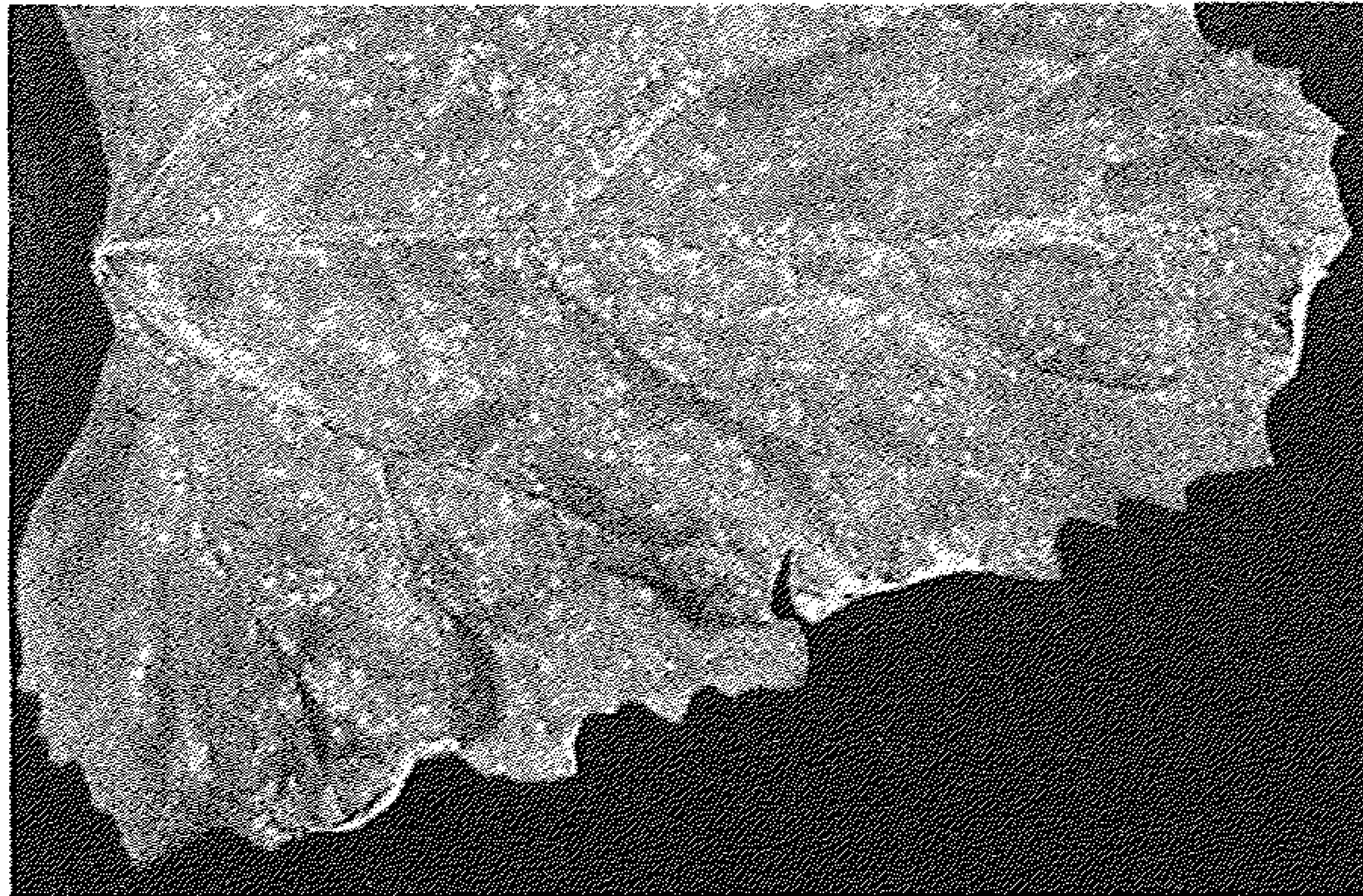
ينتشر الفايروس في أوربا وامريكا الشماية وفي البرازيل وآسيا في الالهند وتركيا واليابان وفي كينيا بأفريقيا.

تنتشر هذه الفايروسات بواسطة يرقات وبالغات النيماتودا الحرة المعيشة في التربة هما *Longidorus attenuatus* و*L. elongatus*. بعد التغذي لمدة ساعة واحدة تتمكن النيماتودا من نقل الفايروس لعدة اسابيع في تربة خالية من العائل. مع ذلك لا تتمكن النيماتودا من نقل الفايروس بعد الإنسلاخ ولا تنتقل هذه الصفة إلى البيوض. كما ينتقل الفايروس بواسطة البذور والنباتات المصابة (CABI and EPPO,1995b).

**الأنواع المشخصة للإصابة (Diagnostic species):**

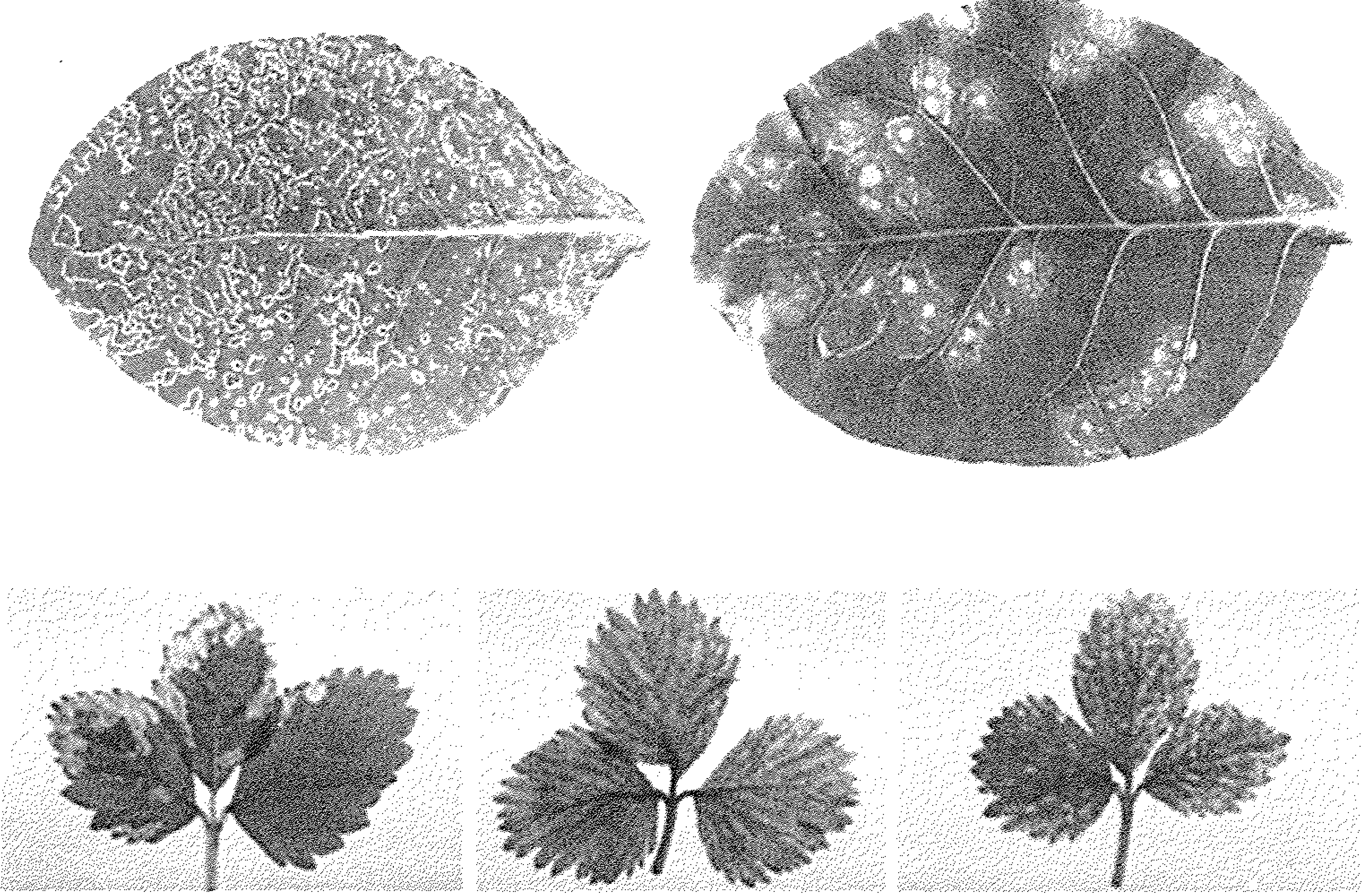
*Chenopodium amaranticolor* و*C. quinoa* تظهر قروح إصفرارية أو نخرية موضعية ونخر جهازي أو تبرقش أصفر كما في شكل 7.11. وعلى نباتات التبغ من أنواع *Nicotiana rustica* و*N. tabacum* صنف White Burley أو Xanthi-nc تظهر بقع موضعية إصفرارية أو نخرية أو حلقية وبقع حلقية وخطوط مختلفة نخرية جهازية (شكل7.12). وعلى نباتات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* صنف (French bean) The prince في الشتاء تظهر قروح بنية داكنة بقطر 2 ملم وفي الصيف قروح أو بقع إصفرارية بدرجات مختلفة من النخر والتشوه. وعلى نبات الزينة *Petunia hybrida* تظهر قروح موضعية إصفرارية مع حواف بنية نخرية أحيانا وإصفرار أو نخر عروق جهازي والأوراق التي تظهر بعد ذلك تكون بدون اعراض لكنها تحتوي على الفايروس.





شكل 7.11: القروح الموضعية على ورقة نبات *Chenopodium amaranticolor*(يمين) والأعراض الجهازية على نبات *C. quinoa*(يسار) المتسببة عن الإصابة بفايروس TBRV

عن: (Murant,1970)



شكل 7.12: أعراض الإصابة بفايروس TBRV على نباتات *Nicotiana tabacum*, cv. White Burley(يمين) و*N. tabacum* cv. *Xanthi-nc*(يسار)(أعلى) وأعراض التبرقش والإصفرار غير المنتظم(يمين) والإصفرار المخطط(وسط) والبقع الحلقية وبقع الإصفرار(يسار) على أوراق الشليك(أسفل)

عن: (Murant,1970) وEPPO,2110

http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Tomato_black_ring_virus/TBRSV00_images.htm

**الممـرض (Pathogen)**: جسـيمات الفـايروس متعـددة السـطوح خماسـية أو سداسية الإطار الخارجي قطرها 28 - 30 ن م.

يمكـن تمييـز 3 أنـواع مـن الجسـيمات علـى اسـاس الترسـب جميـع الجسـيمات تتألف من 60 وحدة بروتين وهي T فارغة وM (أو RNA2) وB (أو RNA1) تحتويان

على الحامض النووي من نوع ssRNA.. بعض عزلات الفايروس تحتوي على فايروس تابع من نوع RNA) CABI and EPPO,1995b ; Murant,1970).

جسيمات RNA1 وليس RNA2 تتمكن من التضاعف في البروتوبلاست دون الحاجة إلى الجينوم الآخر(Meyer *et al.*,1986).

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة البذور الخالية من الفايروس في تربة خالية من النيماتودا *Longidorus*.
2. في حال كون التربة ملوثة بالنيماتودا يتوجب مكافحتها قبل الزراعة.
3. مكافحة الأدغال التي يمكن أن تكون عائل ثانوي.
4. معاملة تقاوي البطاطة وغيرها بالحرارة قبل الزراعة(CABI and EPPO,1995b).

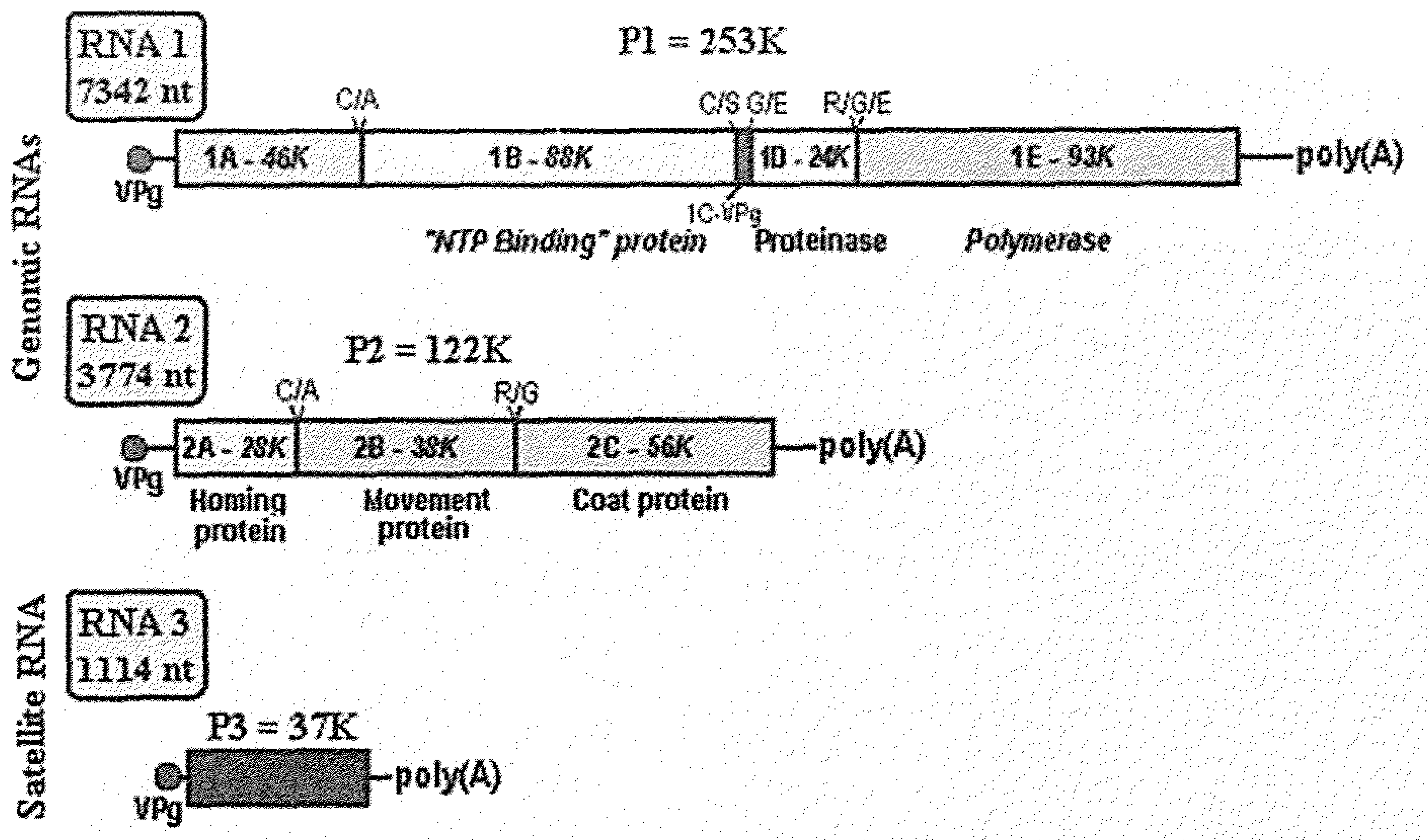
## مرض الورقة المروحية في العنب
## Grapevine Flagleaf

يعتبر هذا المرض من أهم امراض العنب على نطاق العالم ويسبب خسائر إقتصادية كبيرة(Goheen,1989). يصيب شتلات العنب والأشجار في جميع مناطق زراعة العنب في آسيا وافريقيا وأوربا وأستراليا وأمريكا الشمالية والجنوبية.

الممرض (Pathogen): جسيمات الفايروس *grapevine flarleaf virus* الذي يعود إلى جنس *Nepovirus* والذي تنتمي إلى عائلة *Comoviridae* تضم 3 انواع، جسيمات فارغة من الحامض النووي (T) وإثنتان تحتويان على الحامض النووي من نوع +ssRNA: جسيمات B تشكل 42 % وتحتوي على الحامض النووي RNA-1 طولها 7342 نت وجسيمات M وتشكل 30 % تحتوي على RNA-2 طولها 3774 نت. الجسيمات متناظرة ذات إطار زاوي قطرها 30 ن م (شكل7.13).

إن نسخ RNA-1 وRNA-2 الكاملة المنتجة خارج الجسم الحي عن طريق الكلونة قادرة على الإصابة عندما تحقن في نبات *C. quinoa* وتحدث أعراض. لكن

RNA-1 التي لها القدرة على التضاعف في البروتوبلاست عندما تحقن في النباتات العشبية لا يتم كشفها حتى في الخلايا الملقحة. إن تحليل التغاير الوراثي لعزلات الفايروس من نباتات عنب مصابة اظهر أن هذا الفايروس ذو طبيعة غير مستقرة (quasi-species). الإصابات الطبيعية تحدث بواسطة مزيج من جينومات متقاربة جدا تنتخب من خلال المرور في عوائل عشبية مختلفة(Naraghi-Arani *et al.*,2001).




شكل 7.13: مخطط الجينوم الثنائي والـ RNA التابع لفايروس GFLV العزلة الفرنسية F13

عن: (Martelli *et al.*,2001)

العزلة الفرنسية F13 تدعم تضاعف RNA تابع (satRNA) ذو غلاف بروتيني يمثل 66 % من محتوى الحامض النووي للفايرونات طوله 1114 نت. لهذا التابع نفس النهايات '5 و'3 التي للجينوم. وإن RNA التابع لا يتمكن من التضاعف لوحده لكنه يحتاج إلى كلا جسيمي الفايروس المساعد المحتوي على الجينوم.

في دراستهم لعدد كبير من عزلات الفايروس (347 عزلة) من فايروسGFLV تم

تميز 5 متغايرات لها القدرة على إعادة الإختلاط الوراثي وشخصت مواقعها في 3 منها(Vigne *et al.*,2004).

تلاحظ جسيمات الفايروس في خلايا الجذور والطبقة الوسطى من اوراق نبات العنب لكنها تكون نادرة وفي صفوف قصيرة. أما في النباتات المختبرية الملقحة فتكون بأعداد أكثر غزارة ومرتبة في صفوف متوازية. ثمة أنيبيبات غشائية تحتوي على صفوف من جسيمات الفايروس تتصل بالروابط البلازمية التي تربط الخلايا المتجاورة. كما توجد تجمعات من جسيمات الفايروس قرب أو داخل المضمنات الخلوية.

**الأعراض (Symptoms)**

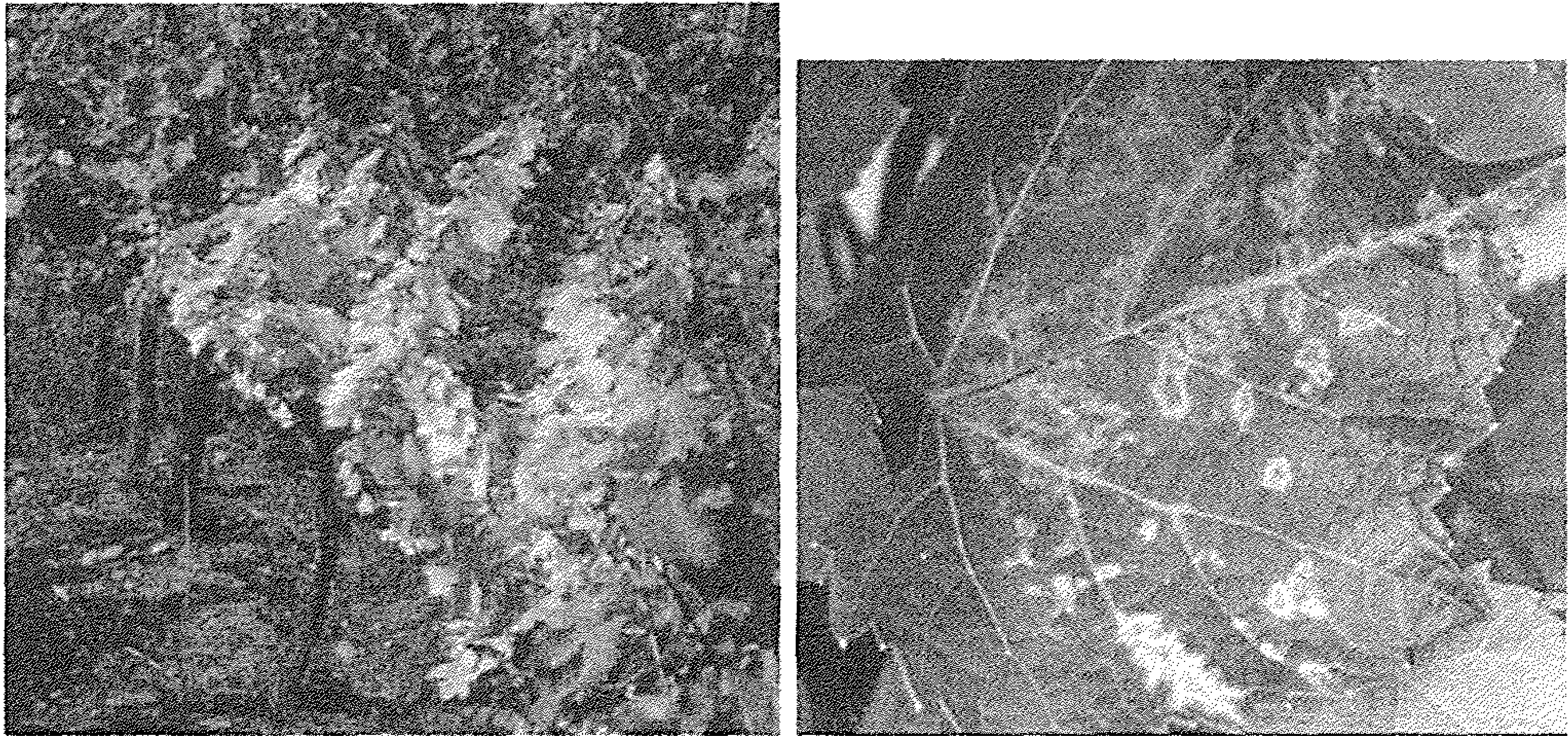


شكل 7.14: أعراض الإصابة بفايروس GFLV على الأوراق(يمين) وعناقيد العنب(يسار)

عن: (Martelli *et al.*,2001)

يتسبب الفايروس بظهور عدد من الأعراض تتمثل بتشوه الأوراق حيث تظهر ما يشبه الأسنان الطويلة والأفرع ومختلف أنواع الإصفرار كالتبرقش والبقع الحلقية والخطوط. كما ان عدد العناقيد وحجمها ينخفض وتنضج الثمار بدون إنتظام وتكون

قصيرة وقليلة (شكل7.14). ويمكن ان تظهر الاشجار المصابة أعراض موزائيك اصفركروم لماع (شكل7.15). هذا العرض يكون واضحا في الربيع ثم يشحب اللون مع تقدم الموسم. وتتكون في اوعية النبات أجسام بشكل اضلاع غير طبيعية تتكون اساسا من السليلوز في فراغ الخلايا. الخسائر تتراوح بين الخفيفة بحدود 5 – 10 % إلى العالية جدا حيث تصل إلى أكثر من 90 % إعتمادا على ضراوة السلالة وحساسية الصنف. وتنخفض مواصفات الثمار حيث يقل المحتوى السكري والحموضة القابلة للتيترة. كذلك تتأثر مواصفات الشتلات من حيث القدرة على التجذير وتقبل التطعيم.



شكل 7.15: أعراض التبقعى الحلقي على الأوراق(يمين) والموزائيك الأصفر اللماع على الأشجار(يسار)

عن: (Martelli *et al.*,2001)

الفايروس يصيب نبات العنب اساسا لكنه يمكن ان يصيب بعض الأدغال (Horvath *et al.*,1994).و تحت ظروف المختبر يصيب الفايروس أكثر من 35 نوعا تعود إلى 6 عوائل نباتية.

**الأنواع المشخصة للإصابة (Diagnostic Species) :**

*Vitis rupestris* بعد 3 – 4 اسابيع من التلقيح تظهر بقع إصفرار وبقع حلقية وخطوط ونخر موضعي (أعراض صدمة). أما الأعراض المزمنة فهي إنخفاض النمو وتشوه شديد في الأوراق مع ظهور بروزات سنية دائمة أو تلون أصفر وتشوهات خفيفة على الأوراق إعتمادا على السلالة.

*Chenopodium amaranticolor* و*C. quinoa* تحصل قروح موضعية إصفرارية و/ أو نخرية بعد 7 – 10 أيام. أما الأوراق المصابة جهازيا فتظهر تبرقشا وشفافية عروق وتشوه حسب سلالة الفايروس. والنباتات المصابة تكون متقزمة لكن الأعراض تخف مع تقدم عمر النبات.

*Gomphrena globosa* تظهر قروح إصفرار موضعية بعد 7 – 8 أيام من التلقيح سرعان ما تحمر أو تصبح خضراء فاتحة إلى بقع صفراء وإلتفاف الأوراق العلوية.

*Nicotiana benthamiana* و*N. clevelandii* بعض القروح الصفراء الباهتة تتبع بتبرقش جهازي وتشوه للأوراق بعد 10 إلى 15 يوما.

حسب الأعراض التي تحدثها يمكن تمييز سلالتين الأولى تحدث تشوهات للأوراق والأفرع والثانية تسبب تلونات صفراء كرومية للأوراق. السلالات المصلية قليلة.

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتشر الفايروس بواسطة النيماتودا *Xiphinema index* وأحيانا *X. italiae*. النيماتودا البالغة أو اليرقات تتمكن من نقل الفايروس وإن التغذي لمدة دقائق تكفي لنقل الفايروس. الفايروس ينتقل بواسطة البذور ولكن النقل بواسطة التطعيم هو الطريقة الرئيسة لنشر الفايروس على نطاق العالم.

توجد شجيرات العنب المصابة في التربة الملوثة بالنيماتودا الناقل للفايروس على شكل رقع تتوسع بمعدل 1 م / سنة (شكل7.16). النيماتودا الناقل للفايروس *X.*

*index* له نباتات عائلة محدودة غير العنب هي التين والتوت والورد وهي لا تصاب بالفايروس. أما الأعشاب المصابة فدورها محدود في وبائية المرض. الفايروس يبقى في شجيرات العنب الرائدة في البستان وفي جذور الشجيرات المقطوعة التي تبقى جذورها حية في التربة وهذه تمثل مصدر اللقاح للفايروس. عند إكتساب النيماتودا للفايروس تبقى قادرة على نشره لعدة شهور(Martelli *et al.*,2001).



شكل 7.16: الكروم المصابة بفايروس GFLV(اللون الأصفر) تتوزع بشكل رقع منفصلة ضمن الحقل

عن: (Andret-Link *et al.*,2004)

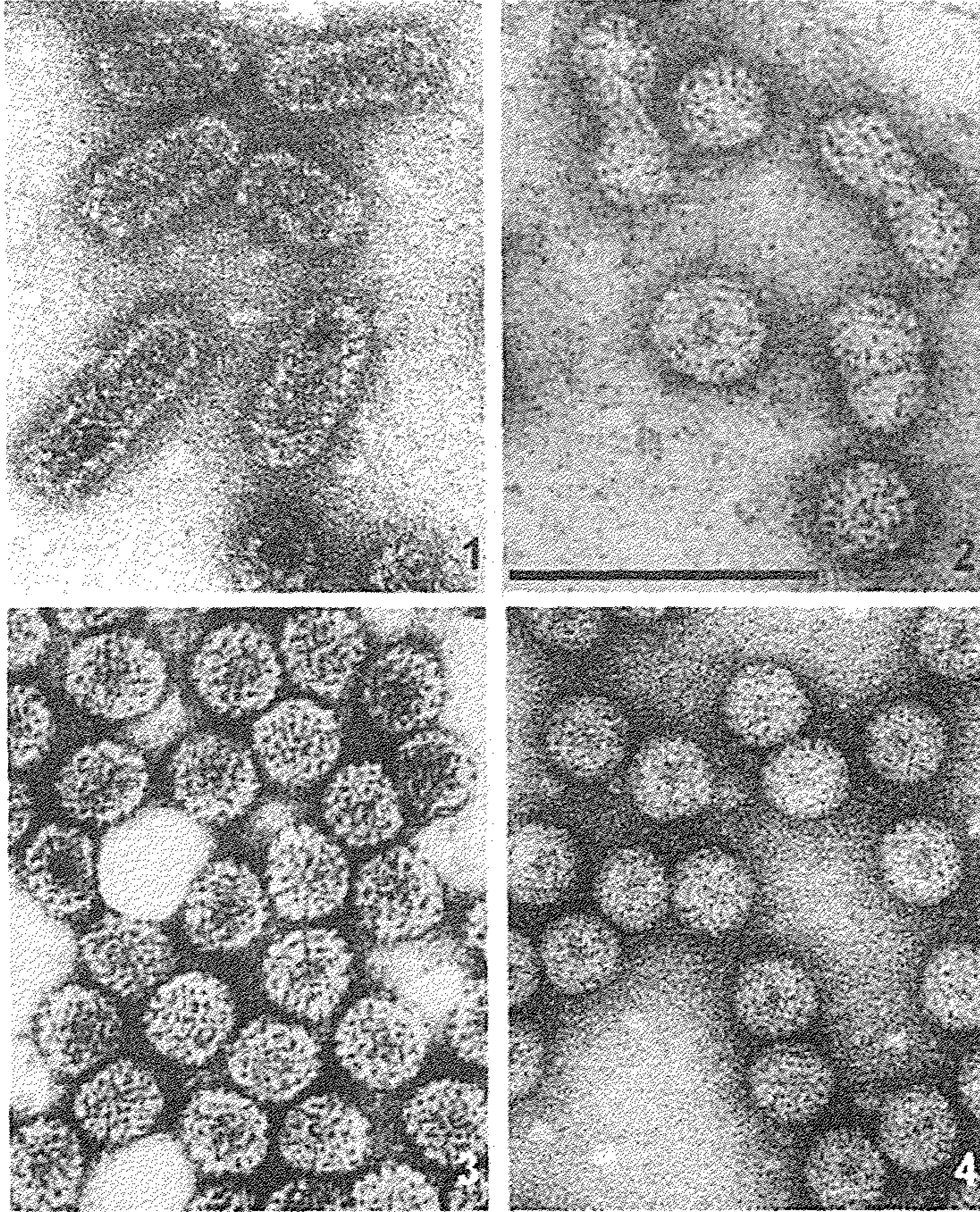
**السيطرة على المرض (Control)**

1 . استخدام الشتلات السليمة.

2 . استخدام الطعوم المنتجة بالزراعة النسيجية.

## أمراض فايروسات عائلة *Bromoviridae*

تضـــــم عائلــــــة *Bromoviridae* الأجنــــــاس *Ilarvirus* و*Bromovirus* و *Cucumovirus* و *Oleavirus*و *Alfamovirus*.




شكل 7.17: جسيمات فايروسات أجناس عائلة *Bromoviridae*. 1. ***Alfamovirus***، 2 . *Ilarvirus*، 3 . *Bromovirus*، 4 . *Cucumovirus*

عن: (Büchen-Osmond,2003)

جسيمات الفايروس مدورة إلى متطاولة ذات تناظر متعدد السطوح قطرها 26 –

35 ن م (شكل7.17). الغلاف البروتيني يتالف من طبقة واحدة. الجينوم مجزأ إلى 4 قطع من +ssRNA، كما توجد جزيئات حامض نووي غير جينومية في الفايرونات. معظم الحامض النووي RNA يكون جينومي وmRNA ناشئة من RNA-3. الجينوم الكامل بطول 7900 – 8910 نت. RNA-1 طولها 3200 – 3644 نت وRNA-2 بطول 2600 – 3050 نت وRNA-3 بطول 2100 – 2216 وRNA-4 تحت جينومية طولها 800 – 1000 نت وهي mRNA ناشئة عن قالب RNA-3 سالب(-Büchen Osmond,2003a). إن بعض فايروسات العائلة *Bromoviridae* ممرضات مهمة على العديد من نباتات المحاصيل الزراعية والبستانية. وهي عالمية الانتشار ولمعظمها مدى عوائلي محدود على نباتات العائلة الباذنجانية والبقولية عدا *cucumber mosaic virus* التي يكون مداها العوائلي واسع جدا. كما أن فايروسات *Ilarvirus* تصيب نباتات خشبية كثيرة و*Bromovirus* تصيب نباتات محاصيل الحبوب والمحاصيل البقولية، في حين تصيب فايروسات *Alfamovirus* البقوليات(Agrios,1997).

## أمراض جنس *Cucumovirus*

امراض هذه الفايروسات تنتشر عالميا خصوصا في المناطق المعتدلة.

لفايروسات CMV مدى واسعا من النباتات العائلة فهي تصيب 191 نوعا تعود إلى 40 عائلة من نباتات الخضروات مثل الفلفل والطماطة والخيار والقرعيات والبقوليات والزينة مثل الجيرانيوم وحلق السبع والأستر والدلفينيوم والزينيا والبتونيا وغيرها.

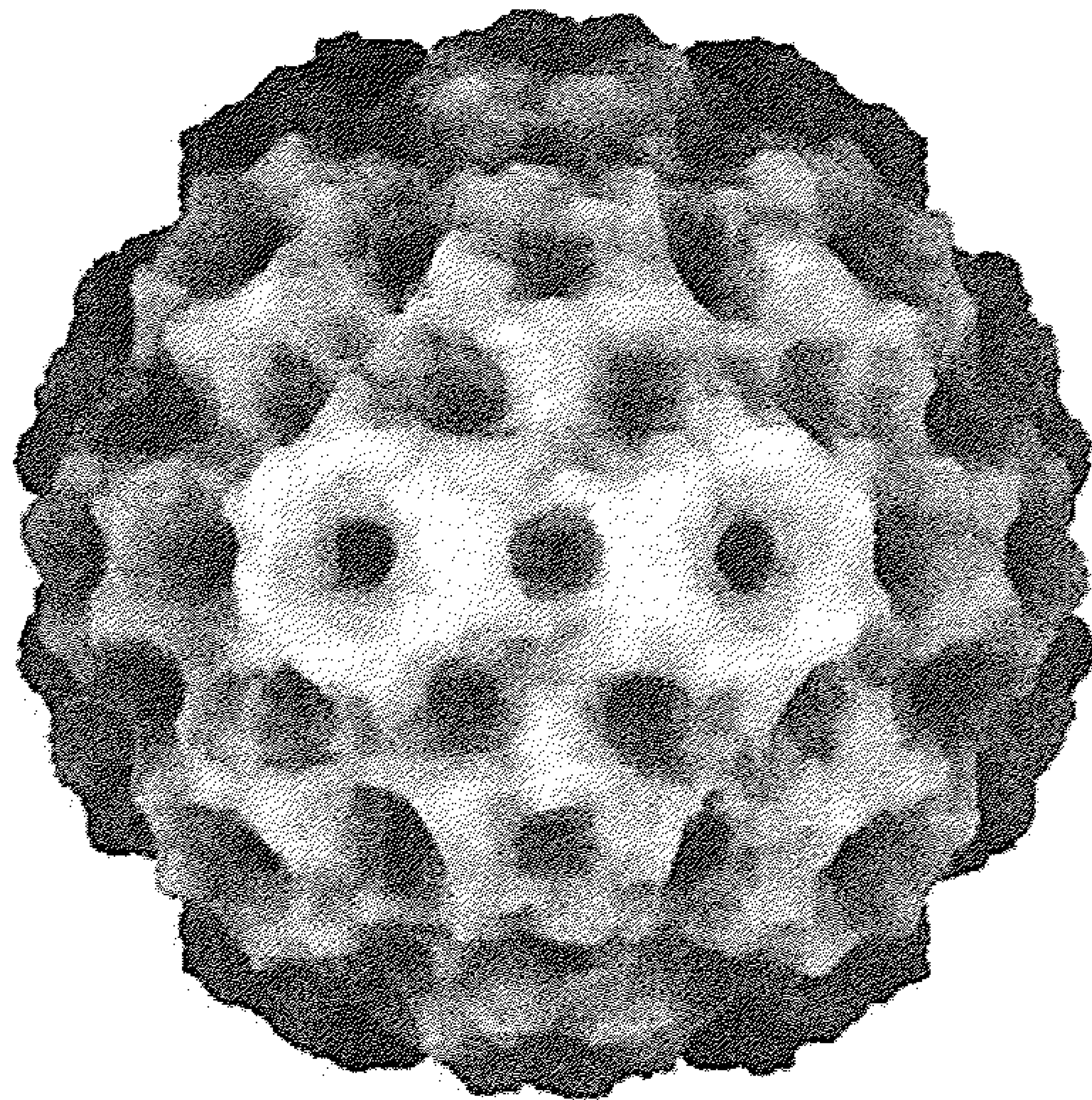
يضم الجنس *Cucumovirus* الأنواع *cucumber mosaic virus* و *peanut stunt virus* و *tomato aspermy virus*.

## فايروس موزائيك الخيار

## *cucumber mosaic virus*

للفايروس مدى عوائلي واسع جدا ربما يكون الأوسع بين الفايروسات النباتية

حيث تصيب الكثير من انواع الخضروات مثل الخيار والطماطة والفلفل والرقي والفاصوليا والكرفس والموز وغيرها ونباتات الزينة والأدغال.



شكل 7.18: صورة ثلاثية الأبعاد لفايروس CMV

عن: (ICTVdB Management, 2006 h)

الممرض (**Pathogen**): جسيمات الفايروس مدورة ذات تناظر متعدد السطوح قطرها 29 ن م والغلاف يتألف من 32 وحدة (شكل7.18).

الجينوم مجزأ حيث يتوزع على 3 أنواع من الجسيمات مختلفة الأحجام ويتالف من 4 إلى 5 اجزاء من +ssRNA وتوجد جسيمات قليلة فارغة من الحامض النووي. حجم الجينوم الكلي يساوي 8621 نت. الجسيمات الكبيرة RNA-1 حجمها 3389 نت والجسيمات المتوسطة RNA-2 حجمها 3100 نت والجسيمات الصغيرة تحتوي كل منها على RNA-3 2200 نت وRNA-4 1027 نت. RNA-4 مسؤولة عن التشفير لبروتين الغلاف للفايروس.

توجد فايرونات الفايروس في سايتوبلازم جميع خلايا النبات المصاب. والخلايا

المصابة تظهر مضمنات خلوية في السايتوبلازم تشمل بلورات مضلعة سداسية أو كروية أو بشكل تراكيب فارغة وهي تحتوي على فايرونات ناضجة.

الفايروس يوجد بسلالات عديدة يمكن ان تميز إلى مجموعتين مصليتين هما ToRS وDTL ومن اشهر السلالات A-CMV وE-CMV وL-CMV وN-CMV وP-CMV وZ-CMV وWAI/WAII . وحسب (Rasoulpour & Izadpanah,2008) تقسم سلالات الفايروس CMV إلى المجموعتين I و II، المجموعة I تضم المجموعتين الفرعيتين IA وIB وهي أكثر انتشارا من مجموعة II.

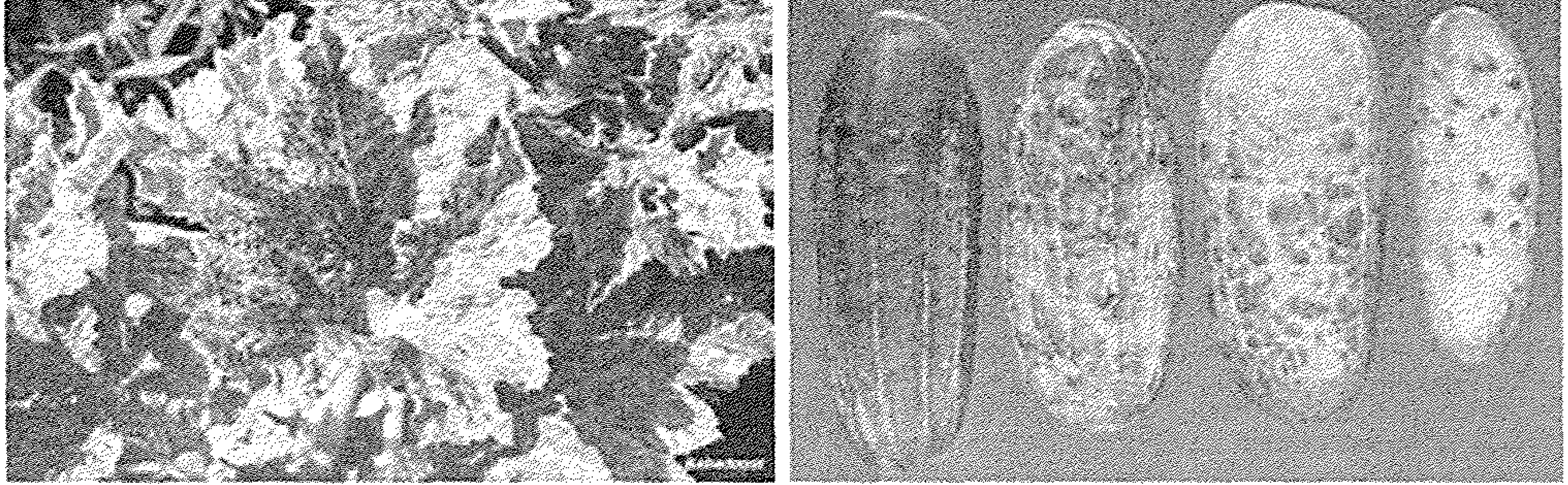
### الأعراض (Symptoms)

اعراض المرض تتمثل بالتبرقش والتلون وتشوه الأوراق والأزهار والثمار ويمكن ان تسبب الإصابة التقزم وحتى قتل النبات. إن الإصابة تؤثر على النبات سواء في الحقل أو البيوت المحمية. الإصابة في الحقل تحصل بعد 6 اسابيع من النمو حيث يكون النبات نشيطا. وبعد 4 إلى 5 أيام من التلقيح تظهر أعراض التبرقش على الأوراق الحديثة وتتشوه وتلتف أوراقها نحو الأسفل. بعد ذلك يبقى النمو مختزلا بسبب قصر السلاميات على الساق وأعناق الأوراق ولا تبلغ الأوراق نصف حجمها الطبيعي. وبدل أن يمتد النبات يصبح متكوما مظهرا حالة التورد قرب التربة. الأوراق القديمة تظهر حالة الإصفرار ثم النخر على طول الحواف تمتد بعدها لتشمل كل مساحة الورقة. الاوراق الميتة يمكن ان تبقى معلقة أو تسقط تاركة الأفرع تبدو عارية. الثمار المصابة تظهر مناطق خضراء شاحبة أو بيضاء بين مناطق خضراء داكنة مرتفعة تكون ثآليل خشنة مشوهة للثمار. وثمار الخيار التي تتكون في مراحل متأخرة من الإصابة تكون مشوهة نوعا ما لونها ابيض رمادي مع مناطق خضراء غير منتظمة ويكون طعمها مرا وتصبح لينة مائية عند تخليلها(شكل7.19).

المرض سريع الانتشار حيث ان حقولا كاملة يمكن ان تصفر بعد الجنية الأولى للمحصول(Agrios,1997).

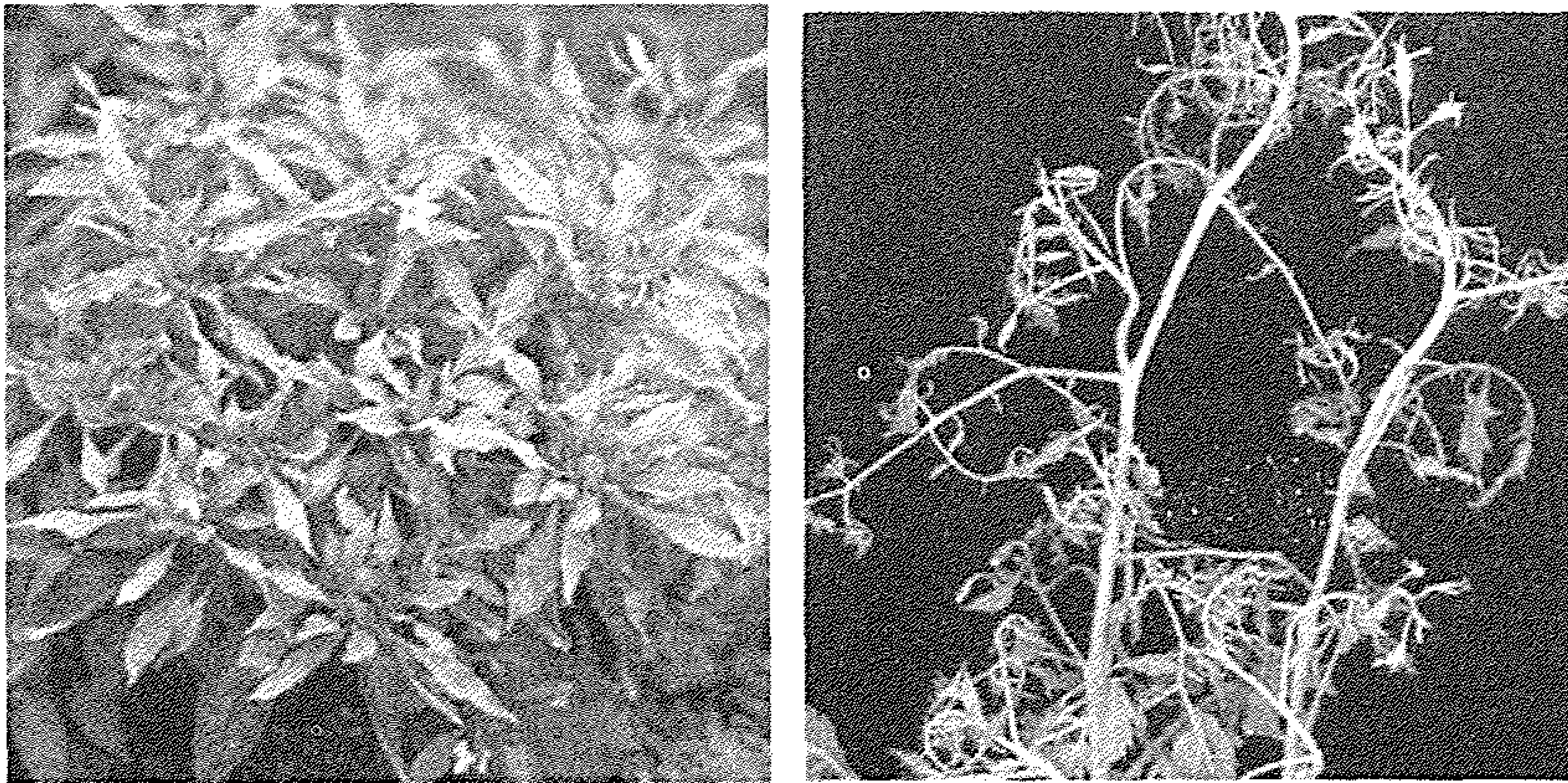
غير ان أعراض المرض تختلف كثيرا حتى على النبات العائل نفسه. فعلى نبات

الفلفل اكثر الأعراض شيوعا هو تقزم شديد للنبات وإنخفاض الإثمار ويظهر النبات شاحبا ولكن من دون علامات مميزة على الأوراق .



شكل 7.19: أعراض الإصابة بفايروس *cucumber mosaic virus* على ثمار(يمين) وأوراق(يسار) الخيار

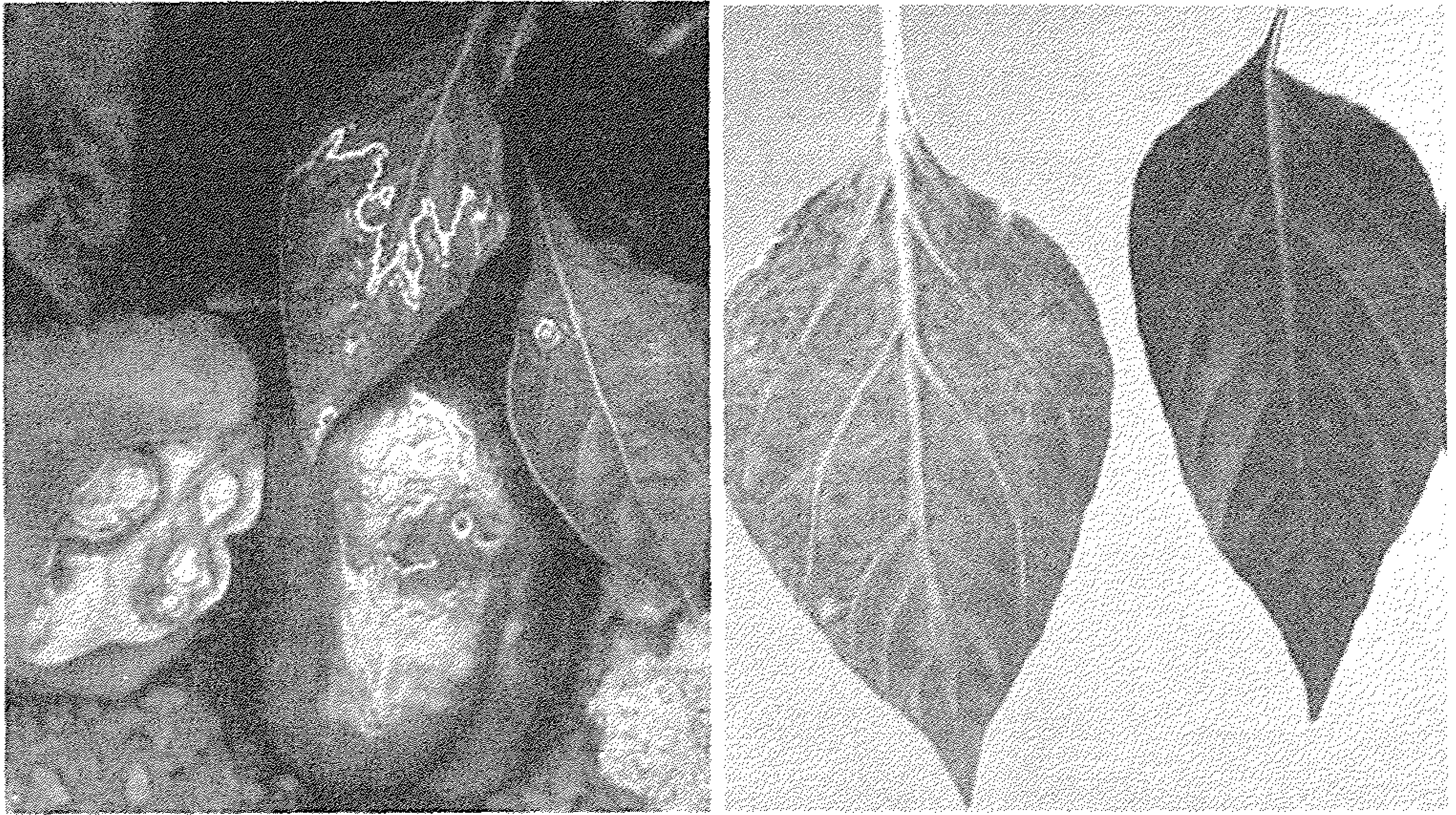
عن: (Texas AgriLife Extension Service,2009) و Newsletter for Commercial Growers of Fruit and Vegetable Crops A Publication of University of Illinois Extension and the College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences. **12** (13), August 22, 2006



شكل 7.20: نباتات طماطة تظهر أعراض قيطان أو شريط الحذاء نتيجة الإصابة بفايروس CMV (يمين) ونباتات فلفل مصابة بفايروس CMV حيث يظهر الشحوب والتقزم دون اشكال أعراضية اخرى(يسار)

عن: (Cerkauskas,2004)

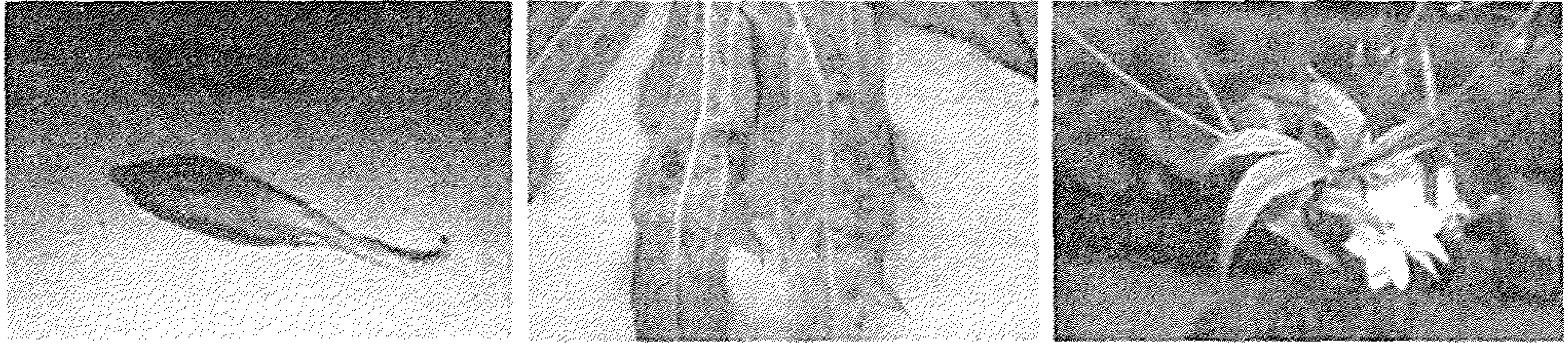
احيانا تصبح الأوراق رفيعة وتتوقف عن التوسع وتظهر بقع حلقية نخرية بمنظر ورقة البلوط ويمكن ان تنشأ خطوط نخرية عبر الأوراق والأوراق تسقط قبل الأوان. أما النباتات القديمة التي تصاب فلا تظهر اعراض أو يظهر عليها تبرقش على الأوراق والثمار (Cerkauskas, 2004) وعلى الطماطة تظهر أعراض " قيطان أو شريط الحذاء " حيث تطاول الوريقات وتمتد وتستدق(شكل7.20 و7.21).



شكل 7.21: أعراض الإصابة بفايروس CMV على أوراق الفلفل حيث تقارن الورقة المصابة مع السليمة (يمين) وأعراض البقع الحلقية الإصفرارية والنخرية والخطوط على الثمار والأوراق(يسار)

عن: (Cerkauskas,2004)

وعلى نباتات الزينة تكون الأعراض بشكل موزائيك خفيف إلى شديد على الأوراق وتشوه الأوراق وتقطع لون الأزهار وتقزم النبات وإصفراره (شكل7.22).



شكل 7.22: اعراض الإصابة بفايروس CMV على نبات الدلفينيوم. التقزم(يمين) تشوه الأوراق(وسط) وتقطع لون الأزهار(يسار)

عن: (Nameth,2007)

الأنواع المشخصة للإصابة (**Diagnostic species**):

*Chenopodium amaranticolor* و*C. Quinoa* تظهر قروح موضعية إصفرارية.

الخيار *Cucumis sativus* موزائيك جهازي.

*Vigna unguiculata* قروح موضعية نخرية.

الطماطة *Lycopersicon esculentum* والتبوغ *Nicotiana x edwardsonii* و *N. Glutinosa* و*N. Tabacum* تظهر أعراض تختلف بإختلاف سلالة الفايروس(ICTVdB Management, 2006 h).

تطور المرض (**Development of Disease**)

الفايروس ينتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي وبواسطة البذور في 19 نوعا من النباتات وبنسب مختلفة وينتقل الفايروس بواسطة الحشرات المفصلية واكثر من 60 نوعا من حشرات المن بضمنها *Acyrthosiphon pisum* و*Aphis craccivora* و *Myzus persicae* بطريقة غير باقية(ICTVdB Management, 2006 h). يمكن أن يكون تغذي الحشرة ليس على النباتات العائلة المصابة ولكن على نباتات الأدغال المصابة والتي قد لا تظهر الأعراض. تكتسب الحشرة الفايروس خلال 5 – 10 ثواني من التغذي

وتنقلها خلال دقيقة وبعد دقيقتين ينخفض مستوى النقل حيث تفقد الحشرة الناقلة قدرة نقل الفايروس CMV بعد ساعتين(Ferreira & Boley,1992). إن وجود بعض نباتات المحصول الطليعية أو نباتات الأدغال المصابة يكون مصدرا للإصابات الأولية التي تنتشر بسرعة بواسطة حشرات المن والإنسان الذي يقوم بالنقل الميكانيكي للفايروس خلال معاملته للنباتات.

يمتلك فايروس CMV بروتين b2 يتمكن بواسطته من تثبيط الإخماد الجيني الذي يقوم به النبات *Arabidopsis* عن طريق تخفيض كبير جدا في تراكم 3 مجاميع من جزيئات RNA المتداخلة الصغيرة (sRNAi) التي يحلل بواسطتها النبات RNA الفايروس(Diaz-Pendon *et al.*,2007).

**السيطرة على المرض (Control)**

1. استخدام الأصناف المقاومة.
2. زراعة الشتلات الخالية من الفايروس. يمكن حماية مساطب الشتلات بتغطيتها بقماش الململ الذي يمنع وصول الحشرات. كما ان نظافة ايدي العاملين تقلل النقل الميكانيكي للفايروس ويمكن ان تغمر الشتلات بالحليب باعتبارها وسيلة مجربة.
3. التخلص من النباتات الرائدة والأدغال التي قد تكون مصدر الإصابات الأولية(Cerkauskas,2004).

## أمراض فايروسات جنس *Ilarvirus*

يعود الجنس *Ilarvirus* إلى عائلة *Bromoviridae* وقد اشتق اسمه من وصف جسيمة الفايروس والأعراض التي يحدثها. وإنسجاما مع بقية أفراد العائلة فإن جينوم هذه الفايروسات يكون ثلاثي التجزؤ (Tripartite) وجسيمة تحتوي على RNA تحت جينومية تشفر للغلاف البروتيني للفايروس. ولكن ما تتميز به هو كونها تتكون من 3 جسيمات متناظرة 25 – 35 ن م. الجينوم مؤلف من ssRNA+ مقسم على 3 جسيمات:

RNA1 3300 نــت وRNA2 2700 نــت وRNA3 2100 – 2200 نــت وRNA4 وهــي تحت جينومية من RNA3 طولها 900 نت تعمل بمثابة mRNA وتكون موجودة ضمن الجسيمة التي تحتوي على RNA3.

التنظيم الجيني للجنس يتضمن 4 وربما 5 أطر قراءة مفتوحة تعطي البروتينات التالية :

1. بــروتين تضـــاعف 1a protein Replication (RNA1) يحتـــوي علـــى Methyltransferase وHelicase 120 ك د.
2. Polymerase 2a (RNA2)، ORF بإطار قراءات مختلفة إلى a2 في بعض الأنواع.
3. بروتين الحركة a3، 30 – 35 ك د الذي يقوم بتحريك الفايروس من خلية إلى خلية مجاورة.
4. بروتين الغلاف b3 يشفر له من قبل RNA4 التحت جينومي، 25 ك د.

يضـم الجنـس الأنـواع: *parierasria mottle virus* و*tobacco streak virus* و*asparagus virus 2* و*citrus leaf rugose virus* و*citrus variegation virus* و *elm mottle virus* و*spinac latent virus* و*tulare apple mosaic virus* و *apple mosaic virus* و*blueberry shock virus* و *humulus japonicus latent virus* و *pronus necrotic ringspot virus* و*prune dwarf virus* و *american plum line pattern virus* و*fragaria chiloensis latent virus* و*lilac ring mottle virus*) Index of Viruses,2006a).

تسبب فايروسات هذا الجنس أمراضا عديدة على أشجار التفاح والحمضيات واللوزيات وأشجار الغابات والشجيرات. وتحدث إضافة إلى الأعراض الفايروسية الشائعة كالبقع الحلقية والموزائيك والتشوه أعراض الصدمة المتمثلة بالقتل السريع للأوراق وألأزهار والأفرع الحديثة النمو وقت الربيع. ويمكن ان تظهر الأشجار المصابة بهذه الفايروسات اعراض الإصابة لسنة أو بضع سنين ثم تختفي الأعراض حيث تكون الإصابة كامنة في السنوات اللاحقة. ويمكن ان تبقى هذه الفايروسات في أنسجة النباتات المعمرة المصابة أو في البذور(Agrios,1997).

## مرض التبقع النخري على اللوزيات
## Prunus Necrotic Ring Spot

امراض فايروس (PNRSV) *Prunus necrotic ring spot* عالمية الانتشار خصوصا في المناطق المعتدلة.

يسبب الفايروس امراض التبقع الحلقي النخري على اشجار اللوزيات *Prunus* spp. مثل الكرز واللوز والإجاص والمشمش والخوخ وكذلك الورد. المرض واسع الانتشار حيث تكاد تكون جميع أشجار الأنواع المذكورة في بساتين الفاكهة مصابة. إن الإصابة تخفض نمو الأشجار بنسبة 10 إلى 30 % وتخفض الأنتاج بنسبة 20 إلى 60% كما تصبح الأشجار المصابة حساسة لأضرار البرد(Agrios,2005).

### الأعراض (Symptoms)

تظهر على الأوراق والأفرع الحديثة للأشجار المصابة أعراض الصدمة في الربيع بينما تكون الأعراض غير واضحة على النموات اللاحقة. وحيث ان كثافة الأوراق تكون اقل تبدو الأشجار المصابة أقل نموا من الأشجار السليمة. وكقاعدة عامة فإن الأشجار المتاثرة بشدة في سنة معينة تكون أقل أعراضا في السنوات اللاحقة. وإذا ظهرت الأعراض بشدة على عدد قليل من الأفرع في السنة الأولى فإن الأفرع الأخرى تظهر اعراضا شديدة في السنة اللاحقة. ويمكن ان تبقى الشجرة مظهرة للأعراض لبضع سنموات.

### الأنواع المشخصة للإصابة (Diagnostic species):

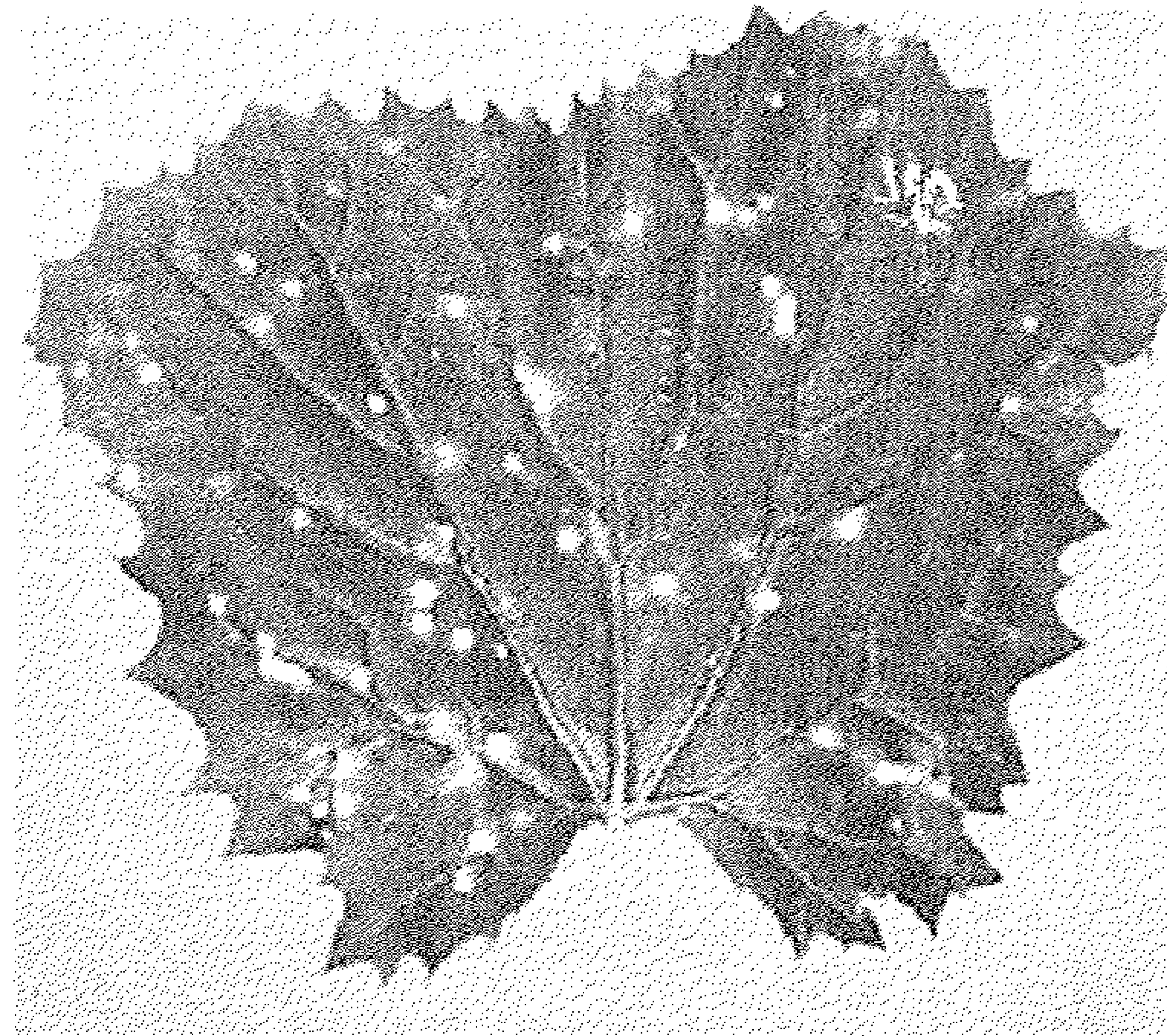
الخيار *Cucumis sativus* قروح إصفرارية اولية دائمة وقتل جهازي للقمم النامية يعقبه تقزم ونمو منضغط للغاية للبراعم الأبطية (شكل7.23)(Fulton,1970).



شكل 7.23: الأعراض بعد 6 اسابيع من الإصابة بفايروس PNRSV على نبات الخيار

عن: (Fulton,1970)

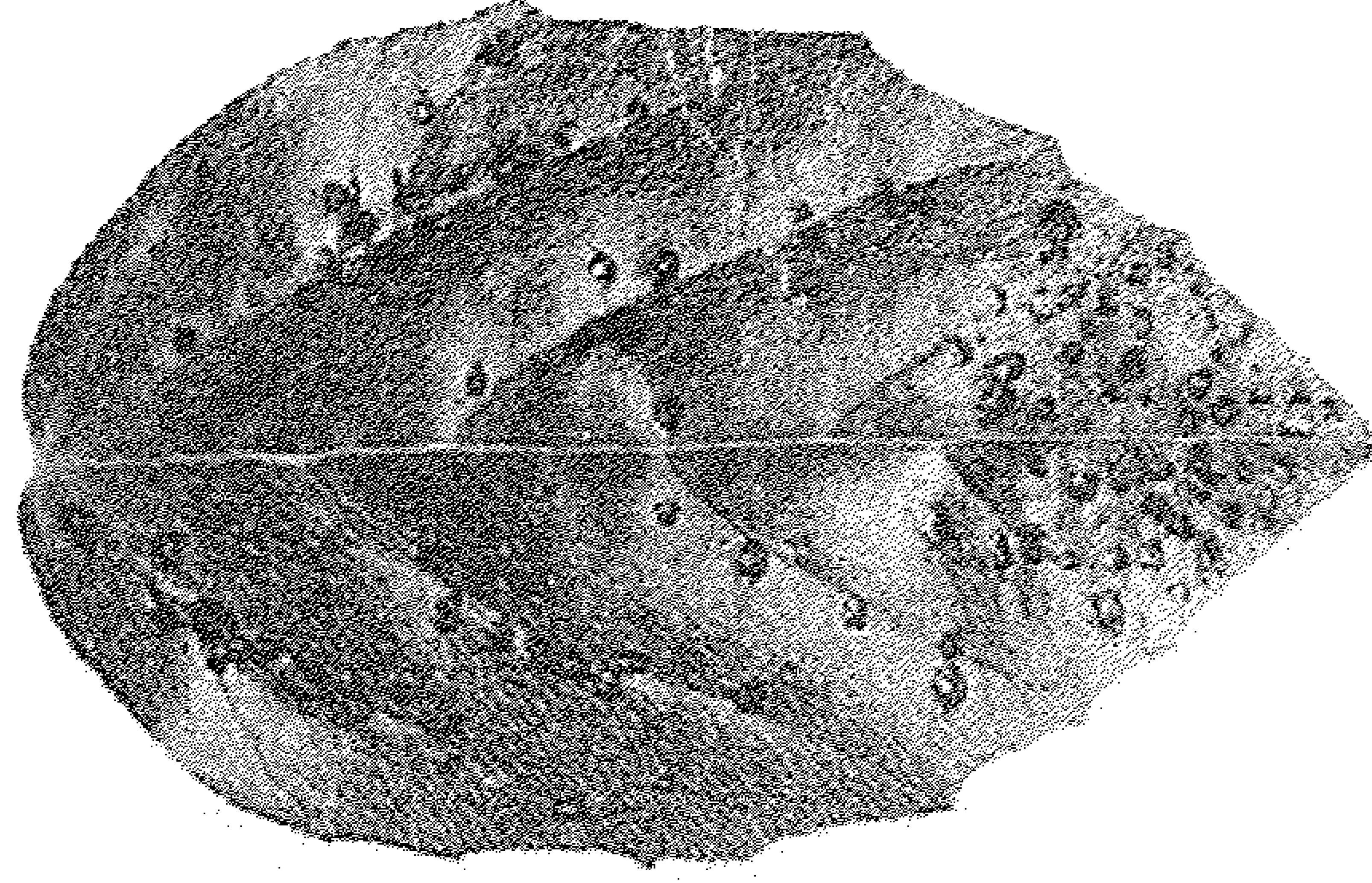
نبات *Momordica balsamina* قروح نخرية أولية وأحيانا نخر جهازي (شكل7.24).



شكل 7.24: أعراض الإصابة بفايروس PNRSV على نبات *Momordica balsamina*

عن: (Fulton,1970)

نبات *Cyamopsis tetragonoloba* قروح موضعية داكنة كبيرة ونخر عروق جهازي (شكل7.25).



شكل 7.25: القروح الموضعية النخرية على نبات *Cyamopsis tetragonoloba* نتيجة الإصابة بفايروس PNRSV

عن: (Fulton,1970)

**تطور المرض (Development of Disease)**

تنتشر الإصابات ببطيء في البساتين الحديثة التي يقل عمرها عن 4 سنوات بينما يكون الانتشار سريعا في الأشجار القديمة بسبب الكثافة العالية للأزهار وحبوب الطلع. ومع أن الفايروس يمكن ان ينتقل مع حبوب الطلع لمسافة تصل إلى 800 م فإن الإصابات الجديدة على الأشجار تظهر بمسافة 15 م من الأشجار المصابة(Agrios,1997).

الفايروس يبقى في أنسجة الأشجار المصابة وينتشر في الربيع أساسا بواسطة حبوب الطلع المصابة كما ينتقل بواسطة التلقيح الميكانيكي بسهولة والتطعيم وبواسطة

البذور. لا تعرف حشرات أو عوامل نقل حيوية عدا بعض التقارير عن النقل بواسطة الحلم *Vasates fockeui* والنيماتودا *Longidorus macrosoma*.

المدى العوائلي للفايروس واسع تماما وهو يصيب في ظروف التجربة نباتات تعود إلى 21 عائلة.

*Prunus serrulata* يستجيب للنقل بواسطة التطعيم بظهور قروح موضعية نخرية وتصمغ.

جسيمات الفايروس متناظرة قطرها 22 – 23 ن م(Fulton,1970).

يمكن التحقق من إصابة النبات بهذا الفايروس عن طريق الإختبار المناعي ELISA.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. التخلص من الأشجار المصابة. وكذلك انواع *Prunus* البرية من محيط البستان بمسافة لا تقل عن 200 م.
2. زراعة أشجار خالية من الفايروس.
3. تجنب إنشاء بستان فاكهة بجوار آخر يحتوي على اشجار مصابة(Agrios,1997).

# الفصل الثامن Chapter 8

# الأمراض المتسببة عن فايروسات RNA مضاعفة الشريط

# Diseases Caused by Double Stranded RNA Viruses

فايروسات RNA مضاعفة الشريط (dsRNA) مصنفة في 4 عوائل: تم وصف العديد من فايروسات RNA مضاعفة الشريط على الفطريات والفطريات الممرضة للنبات((Jian *et al*.,1997; Arakawa *et al*.,2002 ; Coutts *et al*.,2004).

وهذه الفايروسات تنتمي إلى 3 عوائل مقسمة على أساس عدد أجزاء الجينوم وتركيب الغلاف البروتيني وتتابع النيوكليوتيدات مع وجود فايروسات فطرية أخرى غير مصنفة.

فايروسات (dsRNA) المتساوية الأبعاد الفطرية تعود إلى العائلتين *Totiviridae* و*Partitiviridae* تتالف من جسيمات متساوية الأبعاد قطرها 25 – 50ن م وتسبب إصابات كامنة في الفطريات.

العائلة الفطرية الثالثة *Hypoviridae* تسبب تأثيرات مظهرية وفسلجية مهمة تؤدي إلى تخفيض القدرة الإمراضية للفطريات الممرضة(Chu *et al*.,2002).

العائلة الرابعة *Reoviridae* تضم فايروسات ممرضة للأنسان والفقاريات والنبات. الأجناس الممرضة للنبات هي *fijivirus* و*phytoreovirus* و *oryzavirus*.
(ICTVdB Index of Viruses, 2002; Agrios,1997)

**الأمراض المتسببة عن فايروسات عائلة *Reoviridae***

أشتق اسم العائلة من الأحرف الأولى لكلمات تعبير " Respiratory Enteric Orphan Viruses" الذي يعني "الفايروسات التنفسية المعوية غير الممرضة" كونها موجودة في القناتين التنفسية والمعوية دون معرفة تسبيبها للأمراض وقت إكتشافها. واستمر استخدام الإسم على الرغم من إكتشاف العديد من الفايروسات الممرضة ضمن العائلة بعد ذلك.

تضم العائلة *Reoviridae* الأجناس *Orthoreovirus* و*Obrivirus* و*Rotavirus* و*Coltivirus* و*Seadornavirus* و *Aquareovirus* و *Cypovirus* و *Idnoreovirus* و*Fijivirus* و *Phytoreovirus* و*Oryzavirus*. الأجناس الثلاثة الأخيرة تضم ممرضات للنبات.

الجينوم احادي لكنه مجزأ إلى 10 – 12 جزءا حسب الجنس. الحامض النووي خطي مؤلف من dsRNA. طول الجينوم الكامل 18200 – 30500 نت. وكل فايرون يحتوي على نسخة كاملة من الجينوم. فايرونات *Reovirus* تتألف من غلاف بروتيني مزدوج أو ثلاثي تفقد الطبقة الخارجية اثناء دخول الخلية ولب ومعقد بروتين نووي. قطر الفايرون 60 – 80 ن م، وشكلها عشروني السطوح (Icosahedral) وبعضها مثل *fijivirus* تمتلك 12 بروزا شوكيا(ICTVdB Management ,2006 i).

تتواجد فايروسات *Phytoreovirus* في خلايا اللحاء والخلايا المجاورة بما فيها خلايا الطبقة الوسطى من الورقة. أما جسيمات *Fijivirus* و*Oryzavirus* فتكون مقتصرة على الخلايا البرنكيمية والأنابيب المنخلية للحاء.

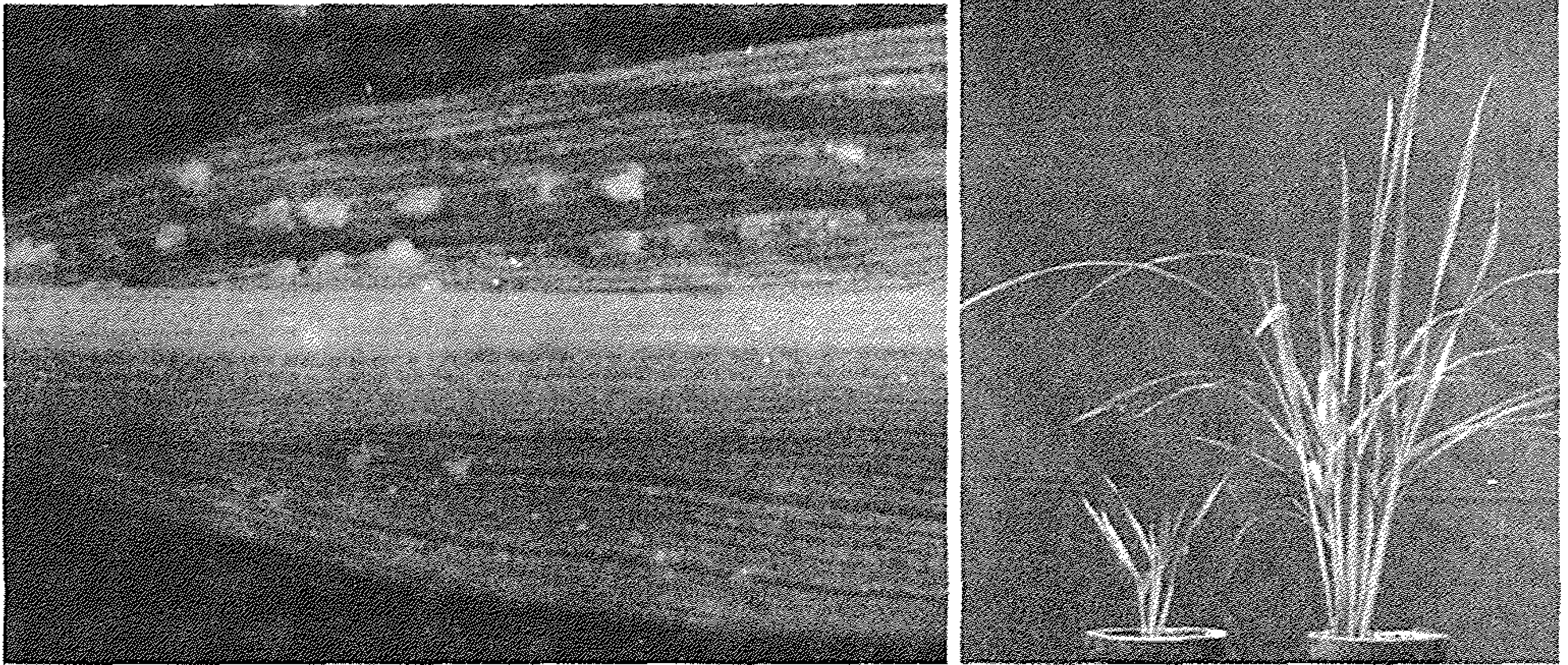
تبقى هذه الفايروسات في أنسجة النباتات المصابة بما فيها نباتات الأدغال وكذلك في حشراتها الناقلة بما فيها البيوض في حالة الفايروس *Phytoreovirus*.

الحشرات الناقلة مثل نطاط النبات ونطاط الأوراق تكتسب الفايروس بعد التغذي على النباتات المصابة لمدة ساعة ويمكنها نشر الفايروس طيلة حياتها(Agrios,1997).

من الأنواع الممرضة للنبات التابعة إلى هذه العائلة :

الجنس *Phytoreovirus* يضم الأنواع *wound tumor virus* الذي يسبب أمراضا على عدد كبير من الأنواع موزعة على 20 عائلة من نباتات ذوات الفلقتين من النبات. ويعتبر تضخم العروق هو العرض الجهازي الأول في النباتات غير المجروحة كما ان الفايروس يسبب أوراما صغيرة على الساق وأوراما كبيرة وكثيرة على الجذور في النباتات المجروحة. ويمكن تمييز الأورام التي تنشأ على جذور النباتات البقولية بسبب الإصابة بهذا الفايروس عن العقد البكتيرية التي تظهر عليها، كما تحفز الإصابة على بعض النباتات تكوين أعضاء جديدة من اعضاء موجودة كنشوء ورقة من السطح السفلي للورقة( Black,1970 ; Agrios,1997 ; Bergfeld *et al.*,2003).

وفايروس *rice dwarf virus* الذي ينتقل بواسطة نطاط الأوراق خصوصا *Nephotettix cincticeps* تصيب الرز والقمح جهازيا وتسبب تقزم النبات وهي من اخطر الفايروسات على الرز في الصين واليابان(Boccardo & Milne,1984) كما تسبب أعراض تبقع إصفرار ابيض. كما يصيب هذا الفايروس عددا من الأدغال المصاحبة للمحاصيل مثل السعد *Echinochloa crus-galli* و*Paspalum thumbergii* و*Alopecurus aequalis*(ICTVdB Management, 2006 j).



شكل 8.1: أعراض الإصابة بفايروس *rice gall dwarf virus* على الرز صنف Taichung Native 1. نبات مصاب متقزم جنب نبات سليم(يمين) والعقد على الورقة(يسار)

عن: (Omura & Inoue,1985)

وفايروس *Rice gall dwarf virus* ينتقل بواسطة نطاط الأوراق (Delphacidae) ويصيب نباتات عائلة Gramineae. تسبب الإصابة خسائر إقتصادية كبيرة على الرز في دول جنوب شرق آسيا والصين. النباتات المصابة تكون متقزمة مع تكون عقد بيضاء صغيرة ابعادها تكون في الغالب 2 X 0.4 – 0.5 ملم على الجهة السفلية من الورقة وعلى السطح الخارجي للغمد (شكل8.1). النباتات المصابة تظهر داكنة الخضرة أكثر من النباتات السليمة وتبقى خضراء عند النضج علما ان النباتات السليمة تصفر. إن التقزم الشديد وتاخر الإزهار وإنخفاض عدد السنابل وقلة إمتلاء الحبوب تؤدي إلى إنخفاض الإنتاج بمقدار يصل إلى 4500 كغم / هكتار(Omura & Inoue,1985).

الجنس *Fijivirus* يضم الأنواع *rice black-streaked dwarf virus* الذي يصيب الرز والذرة والقمح والشوفان والشعير ويسبب تقزم النبات وتشوه الأوراق بتكون إنتفاخات شمعية بشكل خطوط سوداء على العروق. ينتقل الفايروس بواسطة حشرات *Laodelphax striatellus* و*Unkanodes sapporona* و*U. albifascia* وعائلة Delphacidae بطرقة باقية. ينتشر المرض في جنوب شرق آسيا والصين ( Shikata, 1987).

وفايروس *Maize Rough Dwarf Virus* ينتشر في أوربا والشرق الأوسط ويمثل مشكلة رئيسة على إنتاج الذرة في الأرجنتين (Boccardo & Milne,1984). تسبب إصابة النباتات الفتية تقزما شديدا وعمليا لا تنتج حبوب. تظهر تشوهات بشكل بروزات خشنة على السطح السفلي للأوراق وعلى الأغماد والعرانيص ومن هنا جاء اسم الفايروس. الجذور العرضية تكوّن القليل من الجذور الثانوية وتكون قصيرة وسميكة وذات تشققات طولية. أما إصابة النبات الكبيرة فلا تظهر أعراضا بإستثناء التشوهات. الفايروس طبيعيا يصيب نباتات الذرة والسعد *Echinochloa crus-galli* و*Digitaria sanguinalis* ولكن تحت ظروف التجربة يصيب حوالي 16 نوعا من نباتات العائلة النجيلية(Lovisolo,1971).

وفايروس *oat sterile dwarf virus* الذي يصيب الشوفان مسببا التقزم والتفرع الزائد وتثبيط الإزهار جاعلا النبات أشبه بالحشائش. الأوراق تكون داكنة اللون ومشوهة. القمح والشعير اقل تاثرا بالفايروس لكن نباتات *Lolium perenne* و *L.*

*multiflorum* يمكن ان تموت نتيجة للإصابة. كما تظهر نباتات *L. perenne* و *L. multiflorum* تشوها واضحاعلى العقد والسنبلة (شكل8.2). الفايروس ينتقل بواسطة نطاط الأوراق وينتشر المرض في شمال أوربا(Boccardo & Milne,1980).

أنواع الجنس *Oryzavirus* مثل *rice ragged stunt virus* تصيب الرز وأنواع *Oryza latifolia* و*O. nivara* مسببة التقزم وإنتفاخ العروق (Enations) على الأوراق والغمد وتمزق الأوراق وتثبيط الإزهار. وينتشر الفايروس بواسطة المفصليات وحشرات متشابهات الأجنحة مثل *Nilaparvata lugens*( ICTVdB Management, 2006k).



شكل 8.2: نبات *Lolium perenne* مصاب طبيعيا بفايروس *oat sterile dwarf virus* عزلة *Lolium* enation. الأسهم تشير إلى الإنتفاخات المميزة.

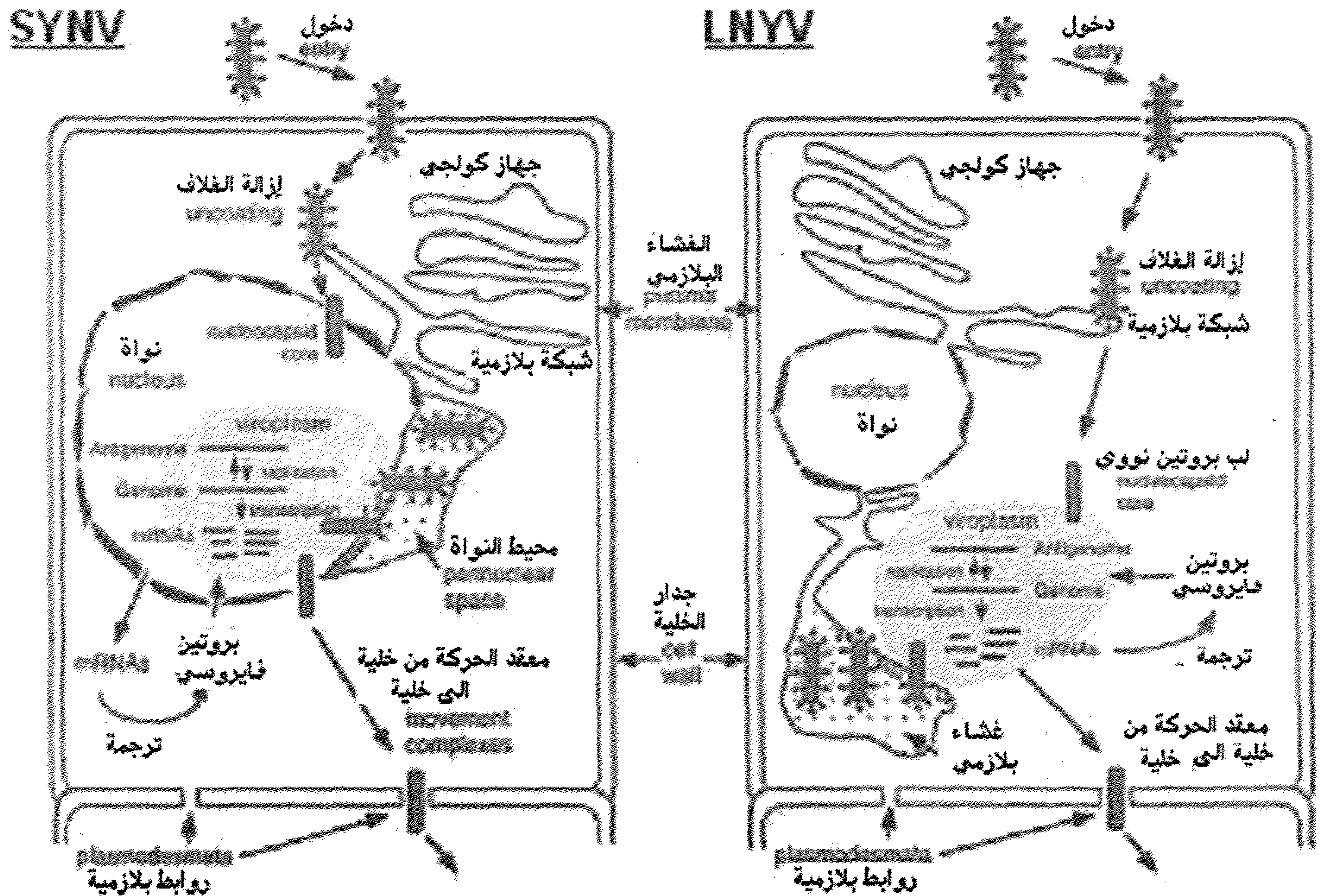
عن: (Boccardo & Milne,1980)

## الأمراض المتسببة عن فايروسات RNA الأحادية السالبة

## Diseases caused by negative (- ssRNA) viruses

تعـود فايروسـات - ssRNA النباتيـة إلـى العـائلتين *Rhabdoviridae* و*Bunyaviridae* وهمـا يضـمان ايضـا فايروسـات ممرضـة للحيـوان والإنسـان. هـذه الفايروسات تحتوي على إنزيم Transcriptase الذي ينسخ ssRNA – إلى ssRNA+ أي يحولها إلى mRNA من اجل أن يتم ترجمتها إلى بروتينات تسهم في تضاعف وانتشار الفايروس.

## الأمراض المتسببة عن فايروسات *Rhabdoviridae*




شكل 8.3: مخطط تضاعف فايروسات LNYV وSYNV في خلية العائل

عن: Sandlan , K.Virology at Cornell

http://ppathw3.cals.cornell.edu/virology/Virology.htm

تضم عائلة *Rhabdoviridae* (الذي يعني اسمها في اللاتينية العصوية) جنسين من الفايروسات النباتية هما *Cytorhabdovirus* و *Nucleorhabdovirus* إضافة إلى انواع اخرى غير محددة بعد. إن هذين الجنسين يميزان اساسا على طريقة نضج الفايروس حيث تنضج فايروسات الجنس *Cytorhabdovirus* في السايتوبلازم بينما تنضج فايروسات *Nucleorhabdovirus* في النواة(وهذا واضح من أسميهما) (شكل8.3). لكن الإستثناءات موجودة وقيمة هذه الصفة غير معروفة تماما. كافة الأنواع النباتية لهذين الجنسين يحملان 5 مشابهات لجينات مركزية هي بروتين الغلاف Nucleocapsid (N) وبروتين فوسفاتي Phosphoprotein (P) ومادة بينية Matrix (M) وبروتين سكري(G) Glycoprotein كبير أو بوليميريز polymerase (L) Large or. هذا بالإضافة إلى جين واحد على الأقل ينحشر بين جيني P وM( Redinbaugh & Hogenhout,2004). إن هذه الصفة تميز هذه الفايروسات النباتية عن نظيراتها من الفايروسات الحيوانية حيث يتصل الجينان P وM(Huang *et al.*,2005).

جسيمات هذه الفايروسات تعتبر الأكبر بين الفايروسات النباتية وهي تكون عصوية أو بشكل الإطلاقة النارية طولها 200 - 500 وقطرها 50 – 95 ن م. الجسيمات مغلفة بغلاف يتألف من نوعين من البروتينات وزنها الجزيئي يتراوح من 19 K إلى 45 K.

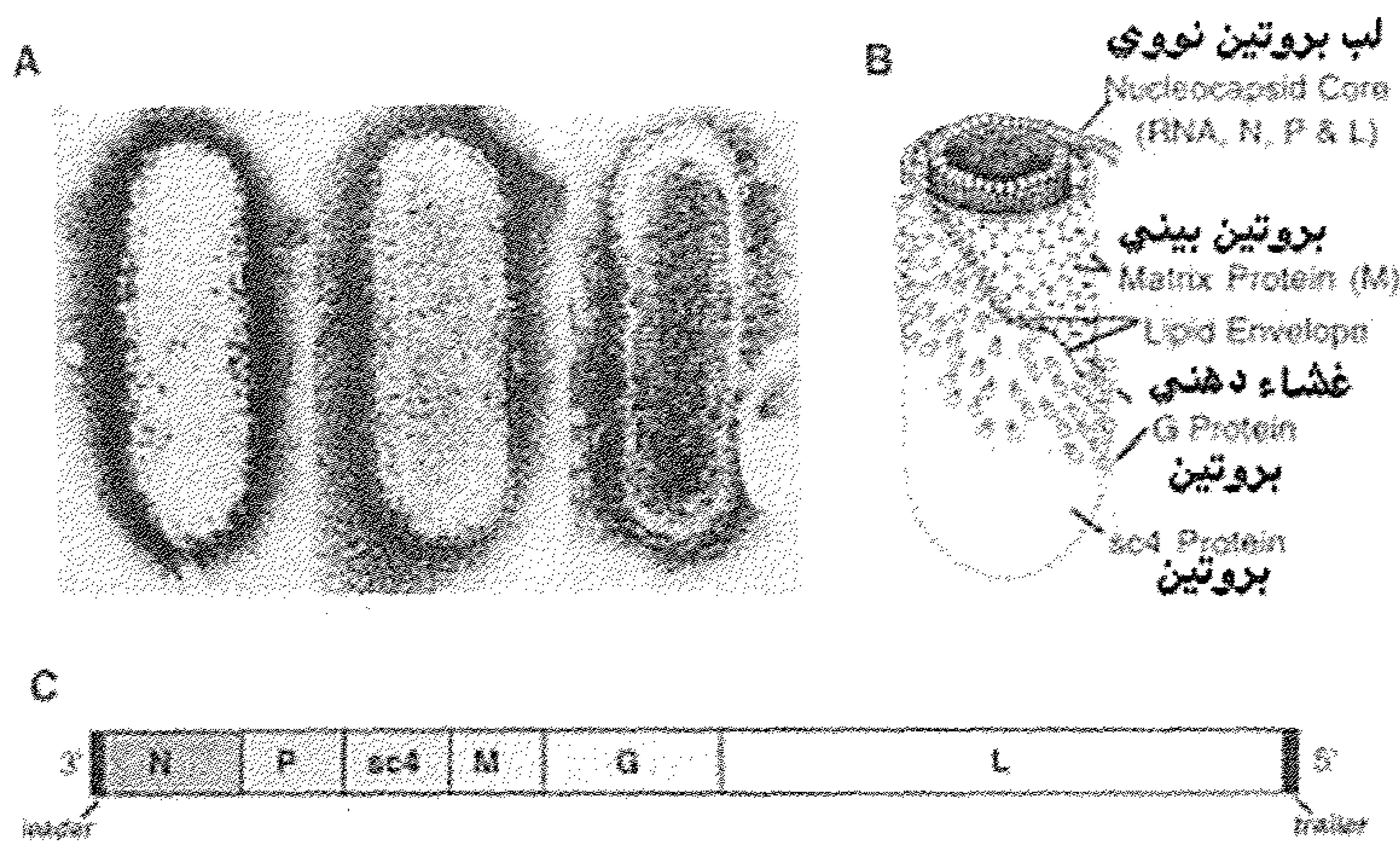
جسيمات هذه الفايروسات تتواجد في خلايا لحاء النباتات المصابة ويتم تركيب الجسيمات حول النواة(Agrios,1997).

ومع أن الأنواع العائدة لهذين الجنسين يصيبان أعدادا كبيرة من النباتات إلا أن المدى العوائلي للأنواع المفردة يكون محدودا. معظم هذه الفايروسات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق ونطاطات النبات وحشرات المن وبعضها بواسطة المفصليات مثل الحلم. وفي معظم الأنواع يتضاعف الفايروس داخل الحشرة الناقلة وداخل النبات. بعض الأنواع تنتقل عبر التلقيح الميكانيكي لعصارة النبات المصاب.

جنس *Cytorhabdovirus* يضم النوع النموذجي *Lettuce necrotic yellows virus* (LNYV) و *Broccoli necrotic yellows virus* و *Festuca leaf streak virus* و *Northern cereal mosaic virus* و *Sonchus virus* و *Strawberry crinkle virus*

و *Wheat American striate mosaic virus*.

جنس *Nucleorhabdovirus* يضم *Potato yellow dwarf virus* (PYDV) و *Datura yellow vein virus* و *Maize mosaic virus* و *Rice yellow stunt virus* و *Sonchus yellow net virus* (شكل8.4)(ICTVdB . 2002).




شكل 8.4: فايروس *Sonchus yellow net virus* .A - صور بالمجهر الإلكتروني وB- رسم تخطيطي لتركيب الجسيمة وC- مخطط الجينوم

عن: ( Sandlan , K.Virology at Cornell)

http://ppathw3.cals.cornell.edu/virology/Virology.htm

## الأمراض المتسببة عن فايروسات ***Bunyaviridae***

### جنس **tospovirus**

تعتبر أنواع *tospovirus* من الفايروسات " الصاعدة " ليس في أهميتها الإقتصادية كممرضات عالمية الانتشار فحسب بل كون معلوماتنا عنها لم تبدأ إلا في العقد الأخير من القرن العشرين(Moyer *et al.*,1999).

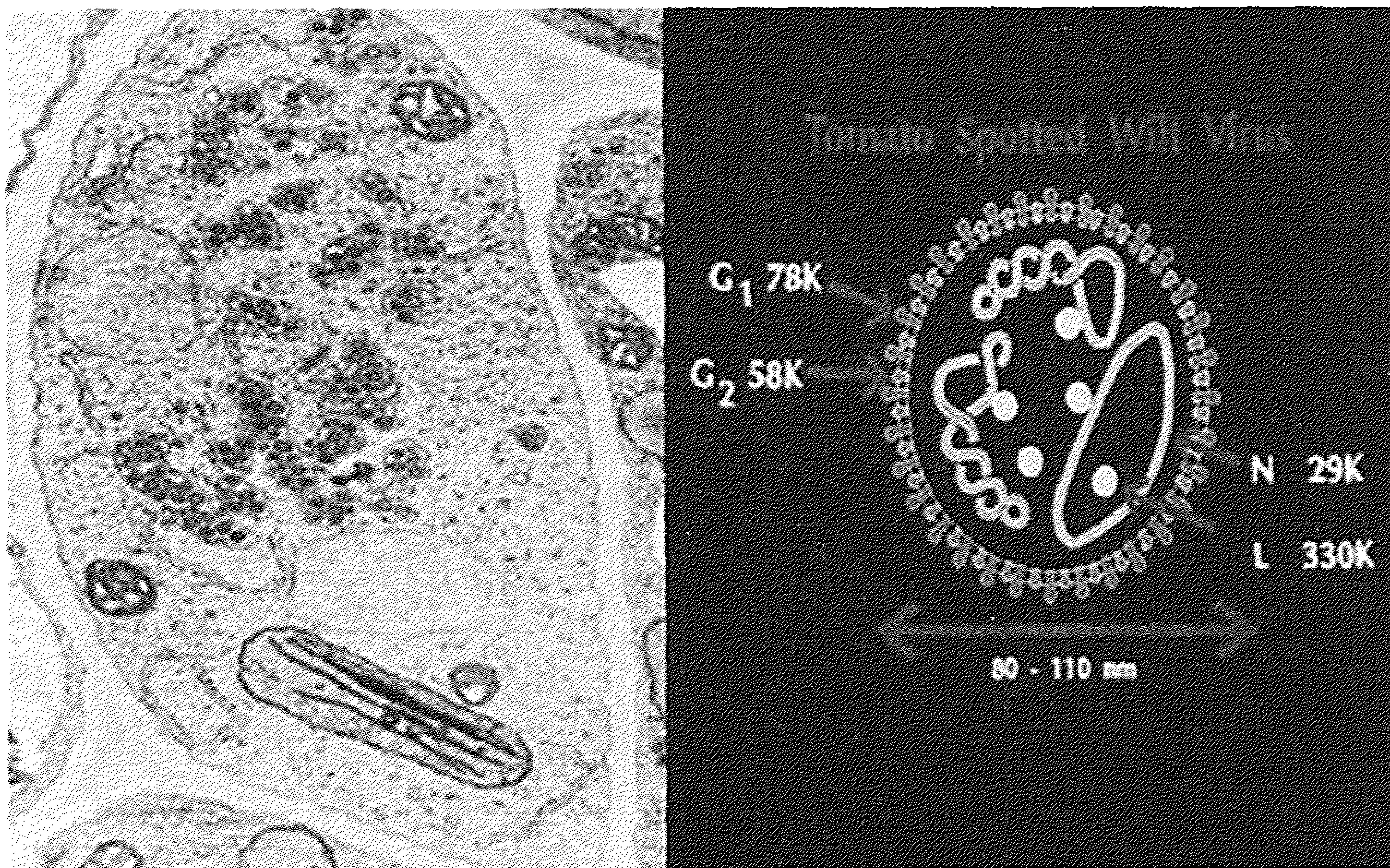
هـذه الفايروسـات عالميـة الانتشـار فـي آسـيا واوربـا وحـوض البحـر المتوسـط وأفريقيـا وأمريكـا . معظـم انـواع الفايروسـات العائـدة إلـى عائلـة *Bunyaviridae* هـي ممرضـات بشـرية أو حيوانيـة فـي عـدد مـن الأجنـاس. الجنـس الوحيـد التـابع إلـى هـذه العائلة ويضـم ممرضـات نباتيـة هـو *tospovirus*. الجنـس *tospovirus* سـمي علـى اسـم الفايروس (TSWV) *tomato spotted wilt virus* الذي أكتشـف سـنة 1915 فـي أستراليا ولـم تسجل أنواع أخرى إلا في تسعينات القرن العشرين حيث يبلغ عددها في الوقت الحاضر 20 نوعـا منهـا *groundnut bud necrosis virus* و *groundnut ringspot virus* و *groundnut yellow spot virus* و *impatiens necrotic spot virus* و *Iris yellow spot virus* و *tomato chlorotic spot virus* و *tomato spotted wilt virus* و *watermelon silver mottle virus* و *zucchini lethal chlorosis virus* و *gloxinia tospovirus* و *melon yellow spot virus* و *thailand tomato tospovirus*.

نصـيب أنـواع *tospovirus* عـددا كبيـرا مـن انـواع النباتـات مـن الخضـروات كالطماطة والفلفل والرقي والقرع ونباتات الزينة كالليلاك والأقحوان والسوسن وغيرها والفاكهة والنباتات المعمرة. ويختلف المدى العوائلي بإختلاف نوع الفايروس حيث ان فايروس TSWV يصيب مئات الأنواع من نباتات الفلقة الواحدة والفلقتين تعود إلى أكثر مـن 80 عائلـة نباتيـة أغلبهـا ضـمن العـائلتين الباذنجانيـة والنجميـة. وأكثر الأنـواع حساسـية للإصـابة بهـذا الفـايروس هـي الطماطـة والفلفـل والخـس والبطاطـا والفـول السوداني والبابايا والتبغ والأقحوان. بينما لفايروس *Iris yellow spot virus* مدى عـوائلي محـدود نسـبيا علـى ذوات الفلقـة الواحـدة مثـل البصـل والكـراث، ولفـايروس *impatiens necrotic spot virus* مـدى متوسـط مـن النباتـات العائلـة. ويعتبـر نبـات *Nicotiana benthamiana* جيدا للقياسات الحيوية للإصابة بهذه الفايروسـات( Moyer *et al.*,1999).

تتميز فايروسات هذا الجنس عن الفايروسات النباتية الأخرى بمظهر جسيماتها وتنظيم جينومها وستراتيجيات تضاعفها.

**الممـرض (Pathogen)**: الفـايروس متعـدد المظهـر (Pleomorphic) وحجـم

جسيماته 80 – 120 ن م ذات بروزات طولها 5 – 10 ن م تتالف من نوعين من البروتينات السكرية. يتالف الجينوم من 3 ssRNA موجبة أو مزدوجة (Ambisense) مع تتابعات طرفية متممة جزئيا تسمح للـ RNA لأن تكون بشكل دائرة كاذبة أو ترتيب يشبه يد المقلاة. كل جزيئة RNA جينومي تغلف بنسخ مضاعفة من الغلاف البروتيني لتكوّن تراكيب بروتينية رايبونووية (Ribonucleoprotein) تعرف بالأغلفة النووية (Nucleocapsids). هذه الأغلفة النووية تحاط بغشاء ثنائي الطبقة سمكه 5 ن م ناتج من مواد العائل سوية مع ما يقدر بعشرين نسخة من إنزيم RNA polymerase الفايروسي المعتمد على RNA (RdRp) لتشكل جسيمة فايروس كاملة (شكل8.5) (Adkins *et al.*,2005).



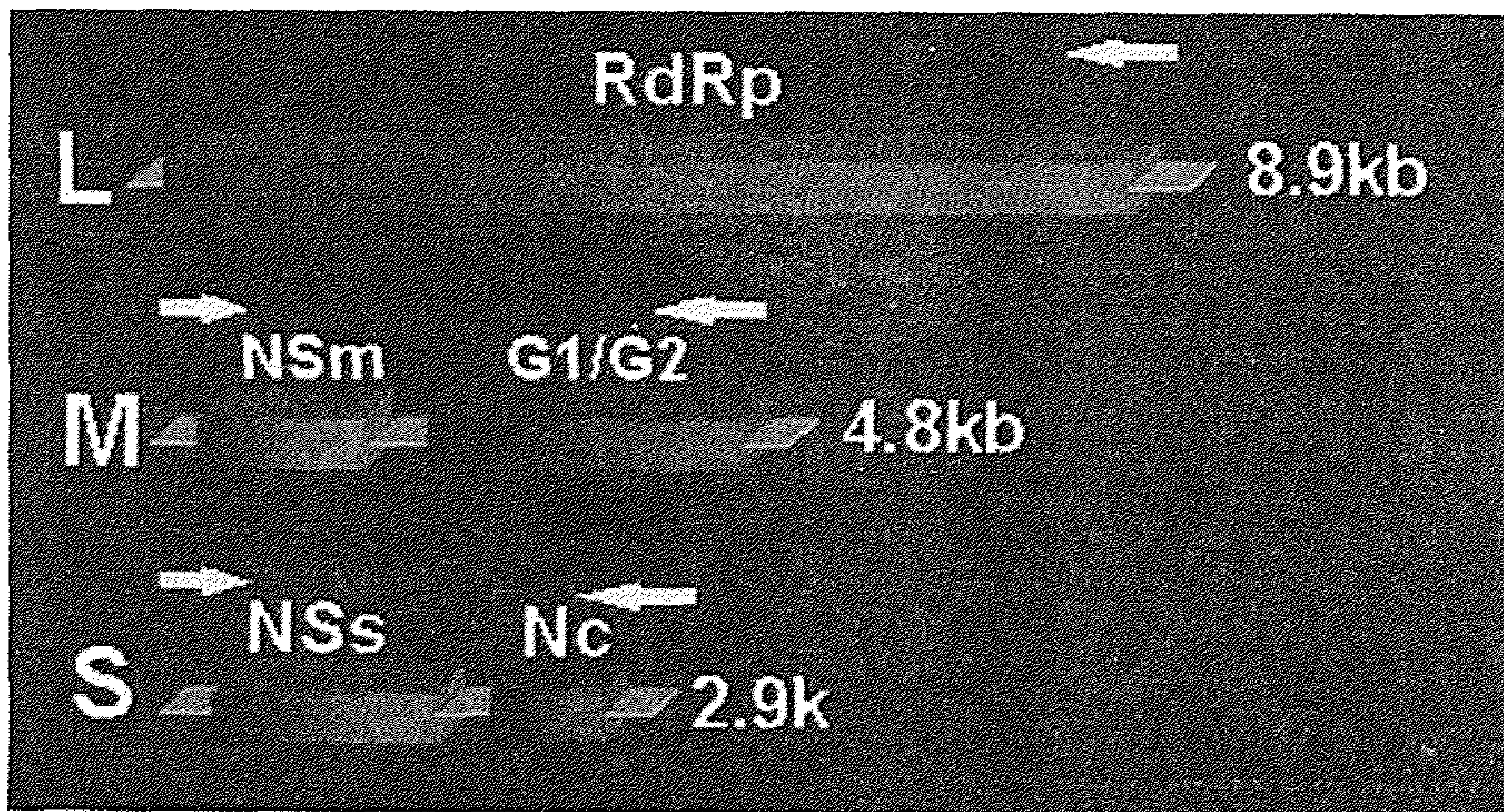

شكل 8.5: مخطط جسيمة الفايروس TSWV حيث تظهر الغشاء الذي يحتوي على البروتينات الفايروسية G1 وG2 وأجزاء الجينوم الثلاثة مغلفة ببروتين الغلاف N. بروتين L هو RNA-polymerase المعتمد على RNA المرافق إلى أجزاء الجينوم(يمين) والفايرونات في خلية مصابة حيث تكون في تجمعات محاطة بغشاء(يسار)

عن: (Moyer *et al.*,1999)

حجم الجينوم الكلي 17200 – 17600 نت. الجينوم مجزأ حيث يتألف من 3 أجزاء: RNA-L طولها 8800 – 8897 نت وRNA-M طولها 5400 نت وRNA-S طولها 2916 – 3208 نت. الغشاء دهني ويشكل ما نسبته 20 % من وزن الفايروس وله نفس تركيب غشاء خلية العائل (شكل8.6) (Büchen-Osmond,2003b).

في المعنى المتمم للفايروس ثمة منطقة كبيرة غنية بـ A-U تفصل الإطارين. قطع الجينوم المشفرة للبروتينات غير التركيبية في NSs الصغيرة وNSm المتوسطة تقعان قرب النهايتين 5' و3' تشفران للبروتينات التركيبية N وG1/G2. البروتين المغلف للجينوم N يمكن ان يكون له دورا في التضاعف.

ويمكن ان يكون لبروتينات البروزات G1/G2 دورا في التعرف على مواقع الإستقبال في عامل النقل الحيوي (الحشرة). أما NSm فيكون دوره في الانتقال من خلية إلى خلية في حين يتراكم NSs بتراكيز عالية في الخلية المصابة لكن دوره غير معروف(Moyer *et al*.,1999).



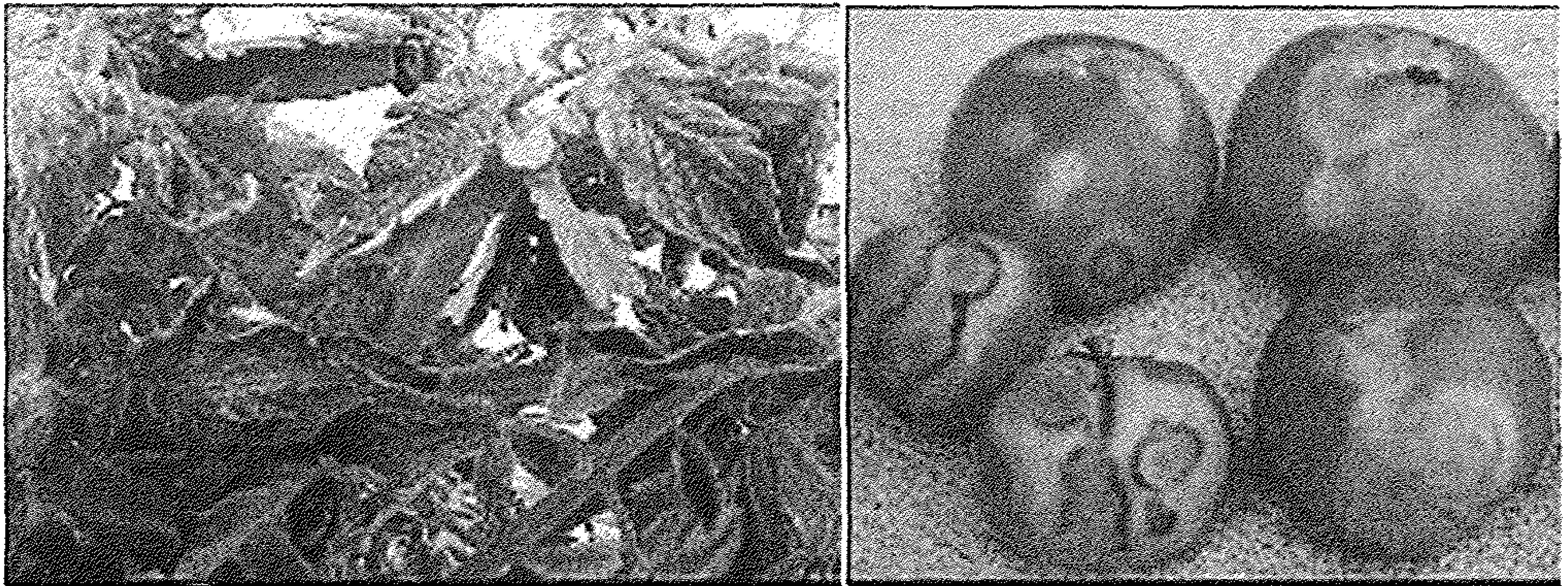

شكل 8.6: مخطط تنظيم جينوم فايروس TSWV. الجينوم مؤلف من 3 أجزاء، الجزء الكبير يشفر لبروتين واحد بالمعنى المتمم للفايروس والجزئين الآخرين الأوسط والصغير كل يشفر لبروتينين بترتيب مزدوج (Ambisense)

عن: (Moyer *et al*.,1999)

**الأعراض (Symptoms)**

أعـراض الإصـابة بمعظـم فايروسـات tospovirus تتمثـل ببقـع حلقيـة نخريـة بنيـة اللون أو إصفرارية  أو أشكال حلقية على الأوراق ويمكن على الساق والثمار أيضا في العديـد مـن النباتـات العائلـة (شـكل8.7 و8.8). ويمكـن ان تحصـل أعـراض الـذبول وإحمرار الأوراق.





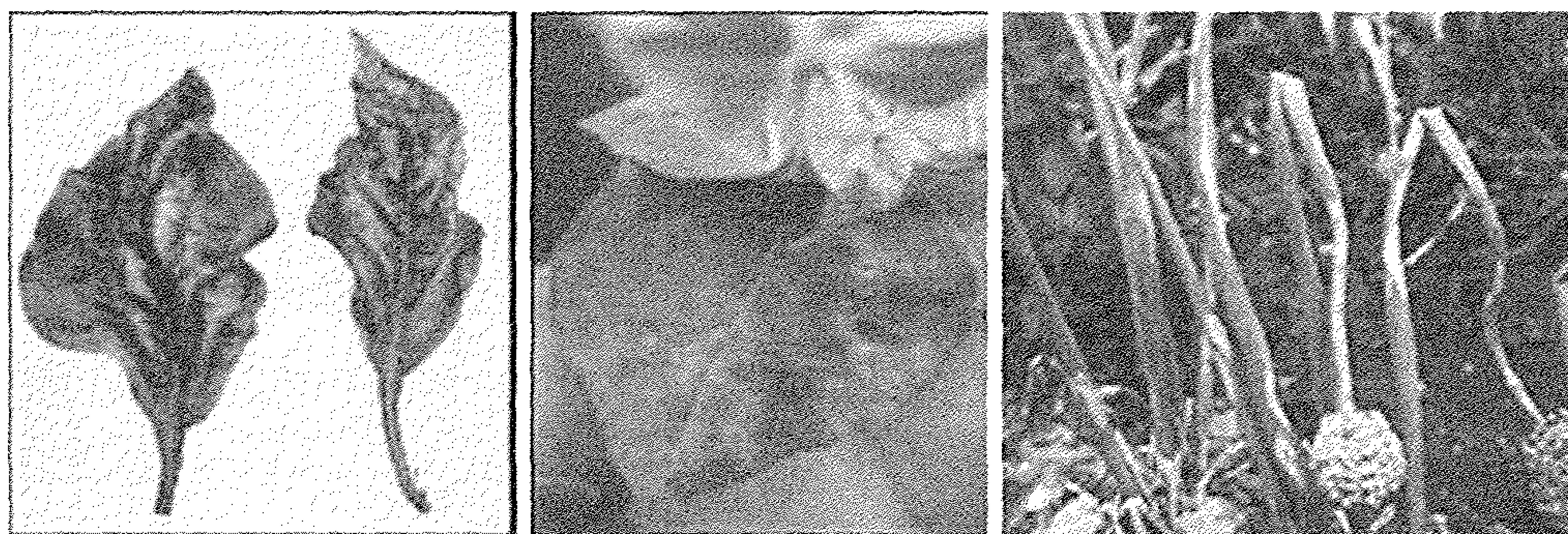
شكل 8.7: اعراض الإصابة بفايروس TSWV على أوراق نبات الطماطة(أسفل يسار) وعلى الثمار الناضجة(أسفل يمين) والثمار غير الناضجة(أعلى)

عن: (Adkins *et al.*,2005) وAPSnet



شكل 8.8: أعراض نخر العروق والتبقع الحلقي النخري نتيجة الإصابة بفايروس TSWV على التبغ

عن: (Brown *et al.*,2005)



شكل 8.9: اعراض الإصابة بفايروس IYSV على أوراق البصل(يمين) وفايروسCaCV على أوراق الفلفل الحار(وسط) والفلفل الجرسي(يسار)

عن: (Moyer *et al.*,1999) و(Adkins *et al.*,2005)

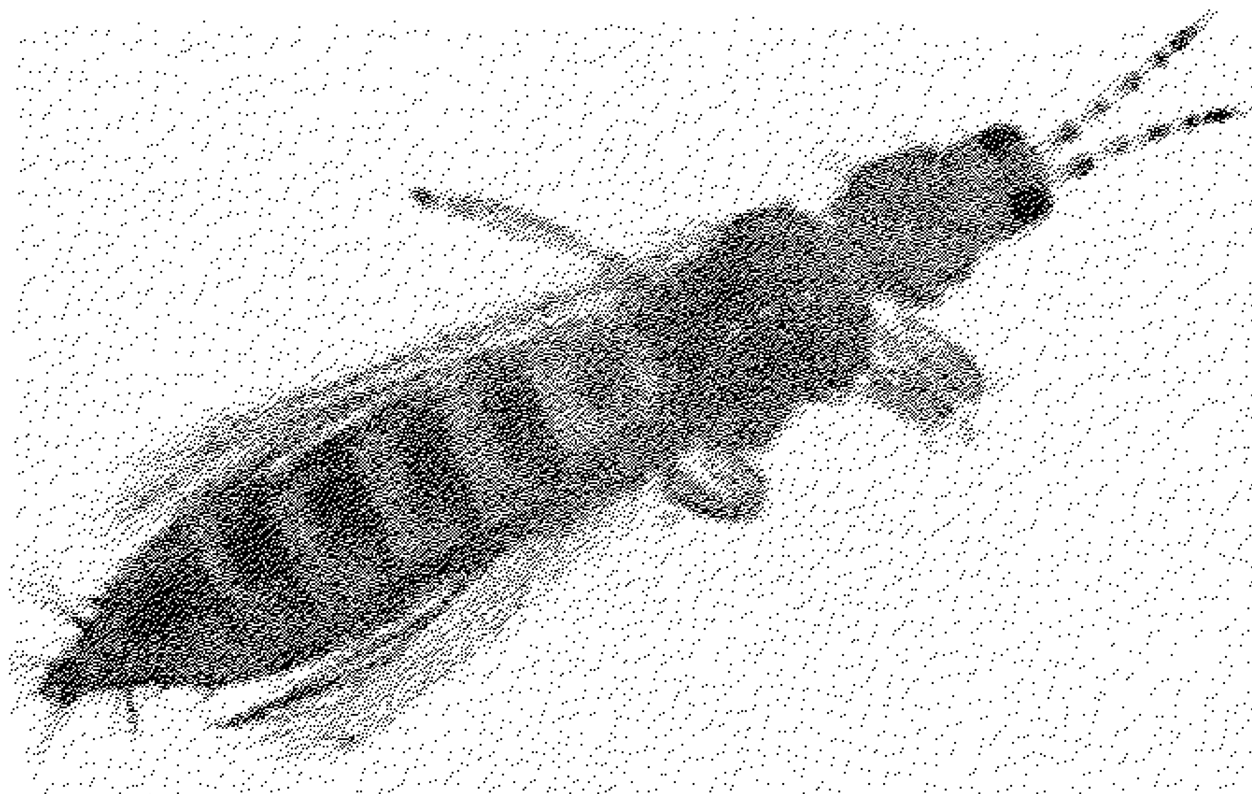
تسبب الإصابة بفايروس TSWV تحول لون الأوراق الحديثة إلى البرونزي وتنشأ عليها أخيرا العديد من البقع الصغيرة البنية الداكنة. ويمكن أن يظهر النبات المصاب نموا أحادي الجانب وتشوه شديد للأوراق (شكل8.9 وسط ويسار) ويمكن أن يتقزم النبات وتتدلى أوراقه معطيا منظر الذبول الوعائي كما يمكن أن تموت القمم النامية. النباتات المصابة قبل تكوين الثمار لا تكوّن ثمارا بينما تلك التي تصاب بعد

عقد الثمار تكوّن ثمار بأعراض تبقع حلقي إصفراري ونخري. على الثمار الخضراء تظهر مناطق مرتفعة ذات حلقات متراكزة باهتة اللون تتوضح على الثمار الناضجة بشكل حلقات حمراء وبيضاء أو حمراء وصفراء. ويمكن ان تظهر أعراض مشابهة نتيجة إصابة هذه الفايروسات على ثمار الفلفل.

تسبب الإصابة بفايروس IYSV ظهور بقع حلقية إصفرارية ونخرية على اوراق وسيقان نباتات البصل والكراث يمكن أن تكون بشكل الماسة (شكل7.9 يمين)(Adkins *et al.*,2005).

**تطور المرض (Development of Disease)**

تنتقل فايروسات *tospovirus* بواسطة أكثر من 13 نوعا من حشرات التربس (Thrips) (thysanoptera: thripidae) وهي حشرات صغيرة توجد في بيئات مختلفة على نطاق العالم. ومن بين هذه الحشرات الفعالة في النقل *Frankliniella occidentalis* (شكل7.10) وتربس التبغ *F. fusca* وتربس البصل *Thrips tabaci*(Adkins *et al.*,2005; Brown *et al.*,2005). إن الفايروس لا ينتقل بواسطة هذه الحشرات فحسب وإنما يتخذها عائلا أيضا حيث يتضاعف فيها. في طور اليرقة عند تغذى الحشرة على نبات مصاب بفايروس TSWV لمدة 30 دقيقة تكتسب الفايروس ويتضاعف فيها حيث تصبح الحشرة البالغة قادرة على العدوى حيث يكفيها التغذي لمدة 5 دقائق لنقل الفايروس إلى النبات الجديد(Moyer *et al.*,1999 ).



شكل 8.10: حشرة التربس *Frankliniella* الناقل لفايروس TSWV
(Brown *et al.*,2005)

وينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي والتطعيم ولا ينتقل بواسطة حبوب الطلع أو البذور.

### السيطرة على المرض (Control)

من الصعب السيطرة على أمراض TSWV بسبب المدى العوائلي الواسع للفايروس بما في ذلك الأدغال المعمرة. ويمكن تقليل انتشار المرض من خلال :

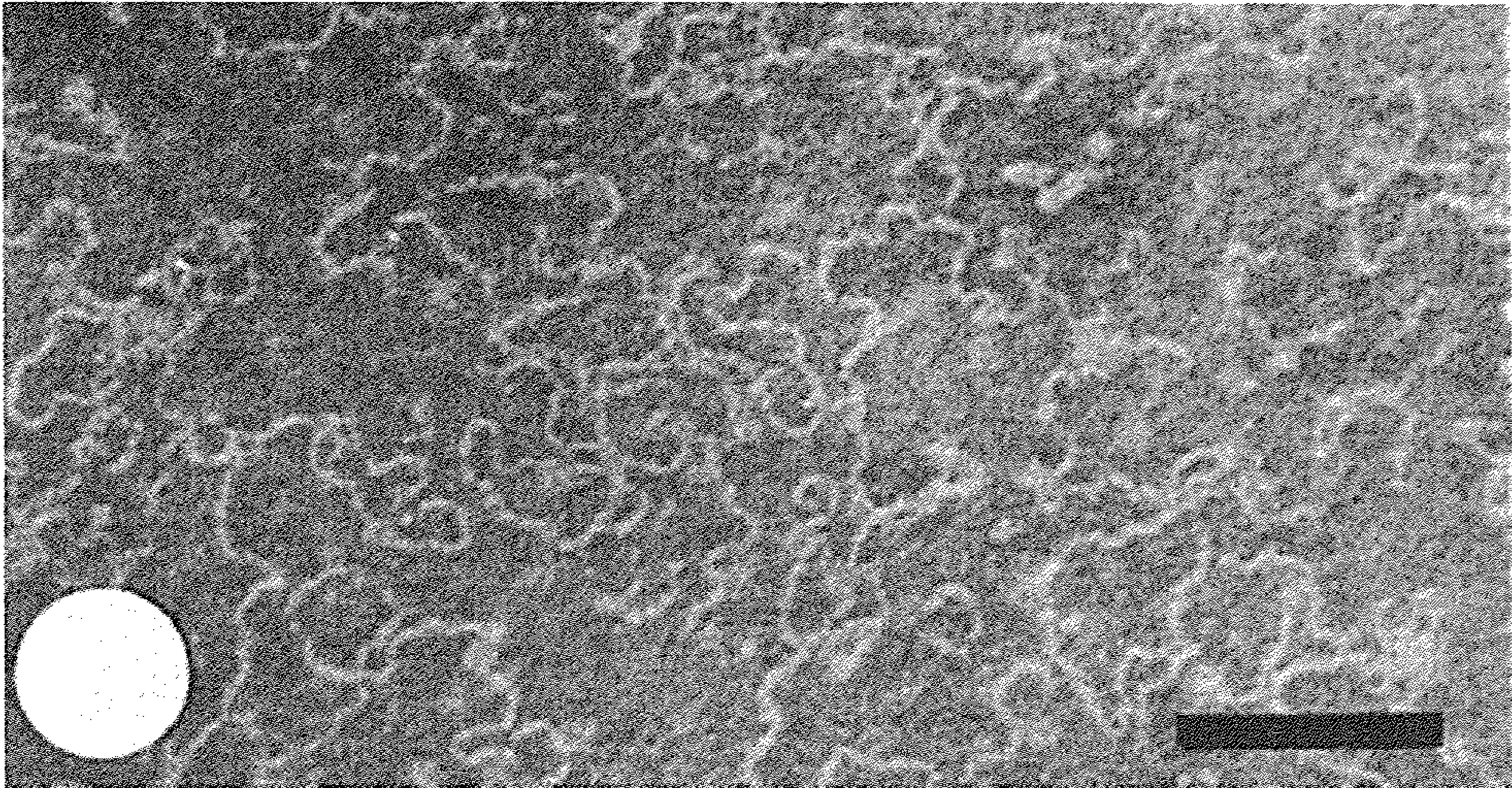
1. إزالة الأدغال.
2. مكافحة الحشرات الناقلة. من أجل تفاصيل وافية عن السيطرة على المرض يمكن مراجعة (Brown *et al.*,2005).

## الأمراض المتسببة عن *Tenuivirus*

هذه الأمراض تنتشر في شرق آسيا وأمريكا الوسطى والجنوبية وفي أوربا والولايات المتحدة.

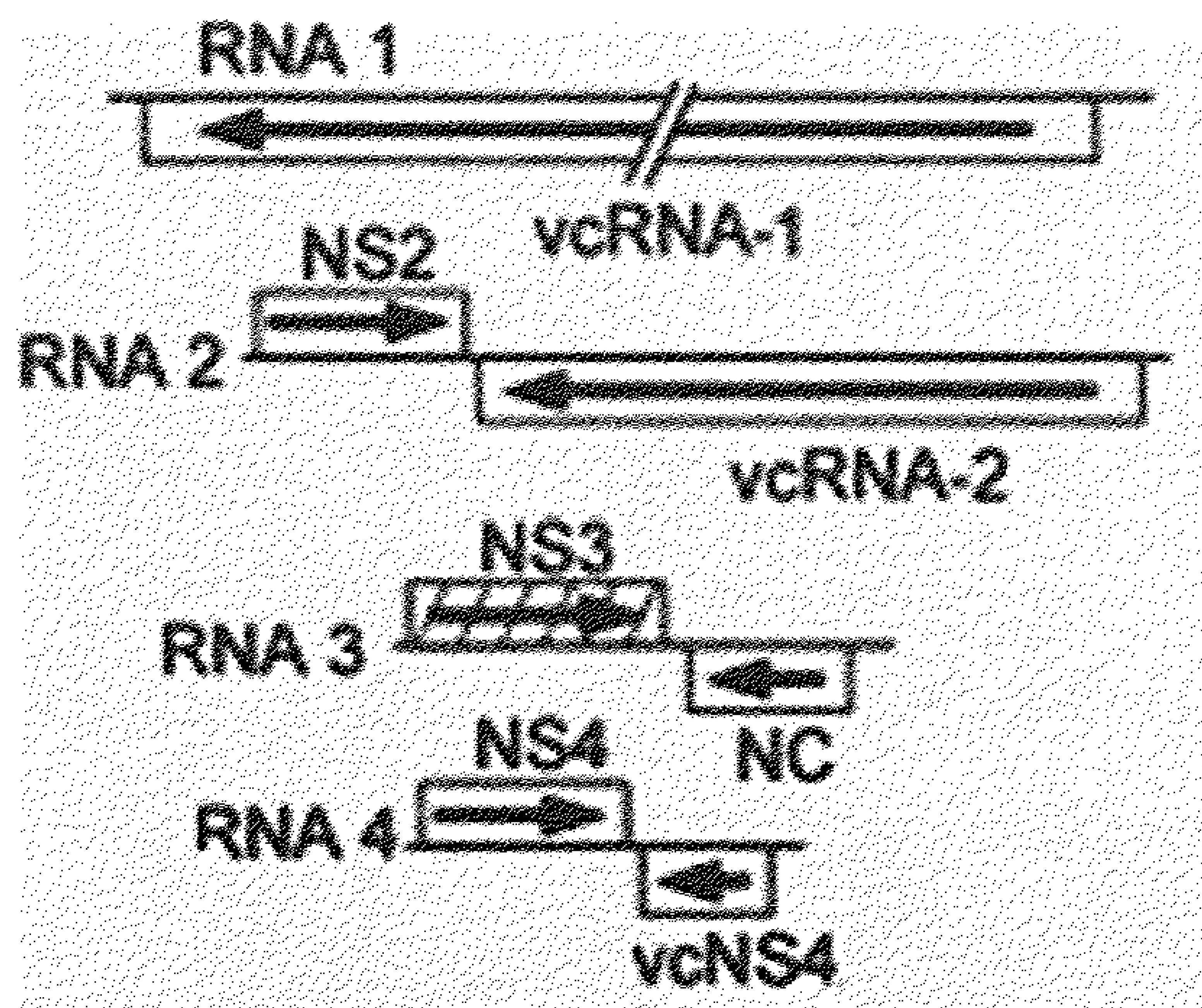
فايروس *Rice hoja blanca virus* يصيب نباتات عائلة Gramineae وينتشر في مناطق زراعة الرز في القارتين الأمريكيتين خصوصا في المناطق الأستوائية منها بسبب التشتية الضعيفة للحشرة الناقلة في الأجواء الباردة ويسبب خسائر كبيرة. يضم جنس *Tenuivirus* الأنواع *Echinochloa hoja blanca virus* و *Maize stripe virus* و *Rice grassy stunt virus* و *Rice hoja blanca virus* و *Rice stripe virus* و *Urochloa hoja blanca virus*.

**الممرض (Pathogen)**: *Rice hoja blanca virus* جسيمة الفايروس خيطية مرنة أو لولبية أو متفرعة أو دائرية أو شديدة الحلزنة. جسيمات الفايروس تختلف بالطول حسب طول جزيئة الحامض النووي التي تحتويها لكن اقطارها تتراوح بين 3 إلى 10 ن م (شكل8.11). الحامض



شكل 8.11: جسيمات فايروس RHBV. الخط = 100 ن م.

عن: (Morales & Niessen, 1986)




شكل 8.12: مخطط جينوم فايروس *Rice hoja blanca virus*

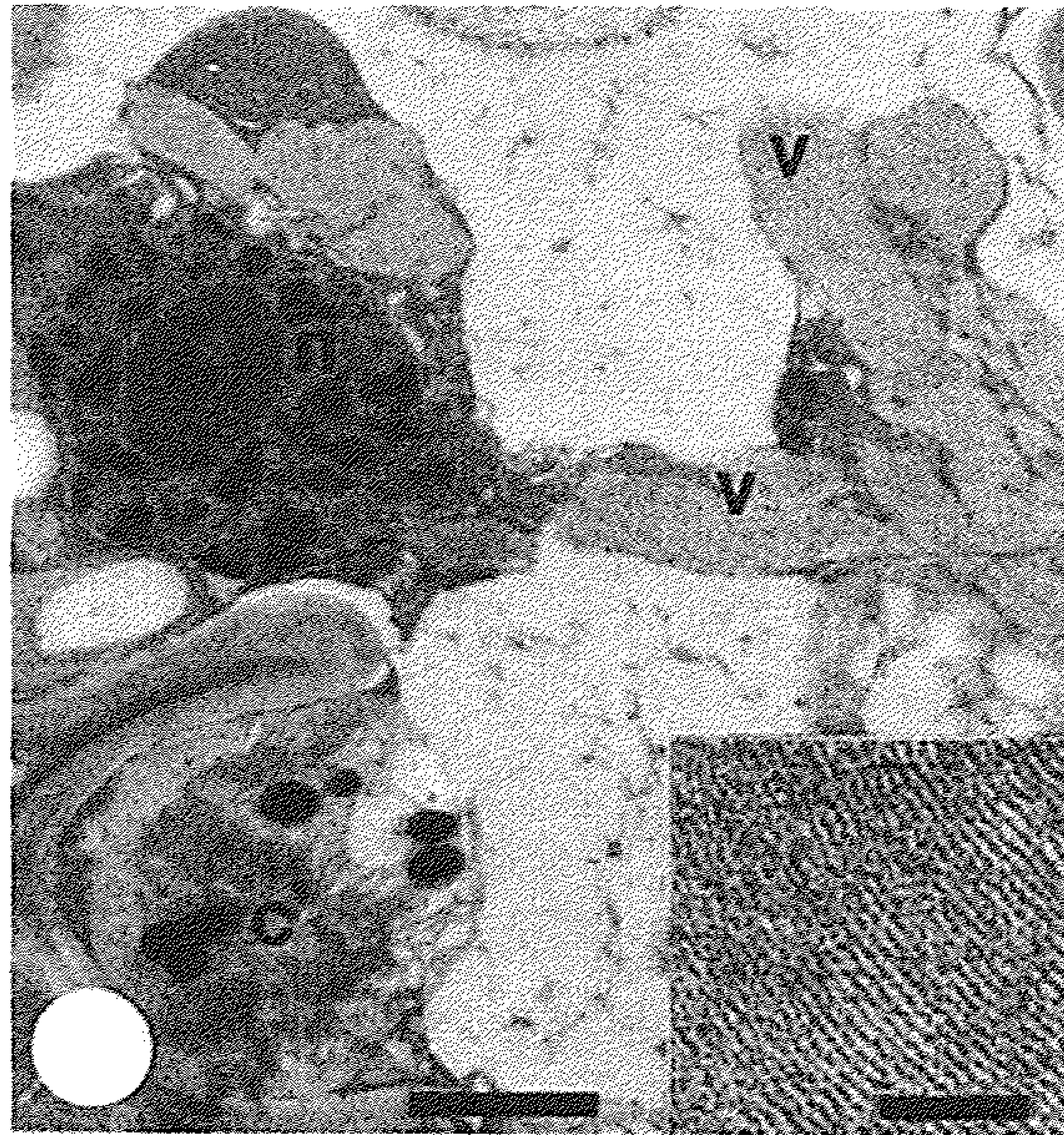
عن: (Bucher *et al.*,2003)

النووي مجزأ إلى 4 أو 5 أجزاء كل جزء يتألف من ssRNA سالبة ومزدوجة

المعنى. طول الجينوم 15460 – 18600 نت. الجزء الأطول RNA-1 طوله 4390 – 8077 نت. والجزء الثاني RNA-2 طوله 3500 – 3940 نت والجزء الثالث RNA-3 طوله 2300 – 3640 نت والجزء الرابع RNA-4 يقدر طوله 1990 – 3490 نت، والجزء الخامس يقدر طوله 1300 نت في *maize stripe virus* (شكل8.12)(ICTVdB Management, 2006 l).

وكما في العديد من الفايروسات الأخرى تحمل هذه الفايروسات ايضا جينا مثبطا للجين المسكت للتعبير عن RNA الفايروسي في النبات العائل( Bucher *et al.*, 2003).

الفايروس ينتقل بواسطة المفصليات والحشرات من متشابهات الأجنحة. النقل يكون بطريقة باقية حيث يتضاعف الفايروس في الحشرة الناقلة.




شكل8.13: مقطع في خلية ورقة مصابة بفايروس RHBV يظهر تجمعات لجسيمات الفايروس (v) والتأثيرات المرضية الخلوية على النواة (N) والبلاستيدة الخضراء (C).الخط=1 مكرومتر. والصورة الداخلية المكبرة في منطقة v لتجمعات الفايروس حيث الخط=100ن م

عن: (Morales & Niessen, 1986)

يتواجد الفايروس في سايتوبلازم ونواة الخلايا المصابة (شكل8.13). تظهر الخلايا المصابة مضمنات خلوية في السايتوبلازم والنواة وتكون بشكل بلورات أو أجسام غير بلورية ويمكن أن تحتوي على فايرونات ناضجة( ICTVdB Management, 2006 l).

فايروس *Rice hoja blanca virus* جسيماته غير محددة الطول بقطر 3-4 ن م. تنقل بكفاءة بواسطة نطاط النبات *Sogatodes orizicola* بطريقة باقية بعد التغذي على نباتات مصابة لمدة 1 – 12 ساعة ولا ينقل الفايروس بالتلقيح الميكانيكي أو البذور.

يصيب الفايروس طبيعيا إضافة إلى الرز الحشائش *Brachiaria plantaginea* و *Echinochloa colona* و *E. crus-galli* و *E. walteri* و *Panicum fasciculatum* و *P. capillare* و *Paspalum* sp. و *Rottboellia exaltata* و *Triticum* spp. بينما تم نقل الفايروس بواسطة الحشرة الناقلة تحت ظروف المختبر إلى الشوفان والشعير و *Digitaria horizontalis* و *Leptochloa filiformis* و *Secale cereale*.

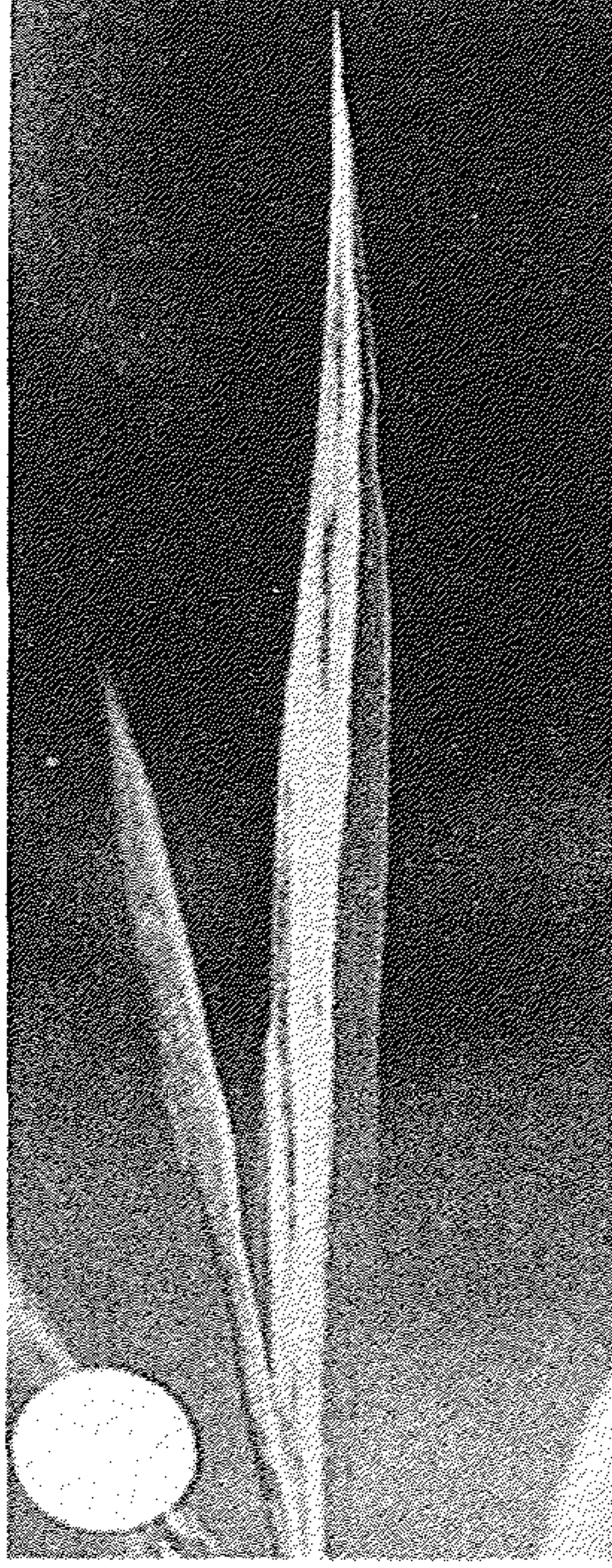
تلاحظ جسيمات الفايروس في السايتوبلازم والنواة في خلايا البشرة والنسيج الوسطي للورقة وفي اللحاء والأوعية للأوراق المظهرة للأعراض. كما تظهر جسيمات الفايروس في فراغ الأمعاء والخلايا الطلائية للحشرة الناقلة( Morales & Niessen, 1986).

**الأعراض (Symptoms)**

تظهر الأعراض على النبات وهو في مرحلة 4 – 5 أوراق أو 7 – 8 سنابل بشكل بقع كريمية إلى صفراء تمتد وتندمج لتشكل خطوط خضراء مصفرة إلى خضراء شاحبة. ويمكن ان تندمج الخطوط لتغطي كامل الورقة (شكل8.14).

**الممرض (Pathogen)**: فايروس *Rice grassy stunt virus* (RGSV) يكون بشكل جسيمات خيطية مرنة أو دائرية طولها 950 – 1350 X 6 – 8 ن م. ينتقل الفايروس بواسطة نطاطات النبات خصوصا *Nilaparvata lugens* وتقتصر الإصابة على نبات الرز *Oryza sativa* حيث تصاب جميع أنواعه وأنواع *Nilaparvata* spp.

تنتشر الإصابة بهذا الفايروس في جنوب شرق آسيا.



شكل 8.14: اعراض الإصابة بفايروس RHBV على الرز

عن: (Morales & Niessen, 1986)

**الأعراض (Symptoms)**

النباتات المصابة في مرحلة البادرة تكون شديدة التقزم مع تفرع زائد واوراق قائمة (شكل8.15). الأوراق تكون قصيرة ضيقة خضراء شاحبة إلى صفراء مع تكوّن العديد من البقع الصغيرة البنية الداكنة غير المنتظمة المختلفة الأشكال والأحجام. الأوراق المتكونة حديثا تكون مبرقشة أو مخططة. ويمكن ان تبقى الأوراق خضراء إذا ما جهز النبات بتسميد نتروجيني كافي. النباتات المصابة يمكن ان تكوّن القليل أو لا

تكون سنابل وهذه تحمل حبوب بنية داكنة غير ممتلئة. أما الإصابات المتاخرة فتسبب إصفرار الأوراق وتكوّن سنابل بنية داكنة وحبوب مجهضة. في تجارب البيت الزجاجي يمكن ان تسبب الإصابة خسارة في الإنتاج تصل إلى 70 – 100 % عند إصابتها بعمر 1 – 1.5 شهرا و0 – 80 % عند إصابتها بعمر شهرين. في الحقل يصعب تقدير الخسارة بسبب صعوبة تفريقها عن الخسائر الناجمة عن أذى الحشرة الناقلة وتداخلها مع الخسارة الناتجة عن الإصابة بفايروس *rice ragged stunt virus*(Hibino,1986).



شكل 8.15: نباتات رز صنف Taichung Native 1 مصابة بفايروس RGSV سلالة 1 بعد 6 اسابيع من الإصابة (يسار) وسلالة 2 (وسط) ونبات سليم (يمين)

عن: (Hibino,1986)

على عكس *rice ragged stunt virus* تسبب الإصابة بفايروس *Rice grassy stunt virus* تخفيض عدد الأفرع في النبات(Agrios,1997).

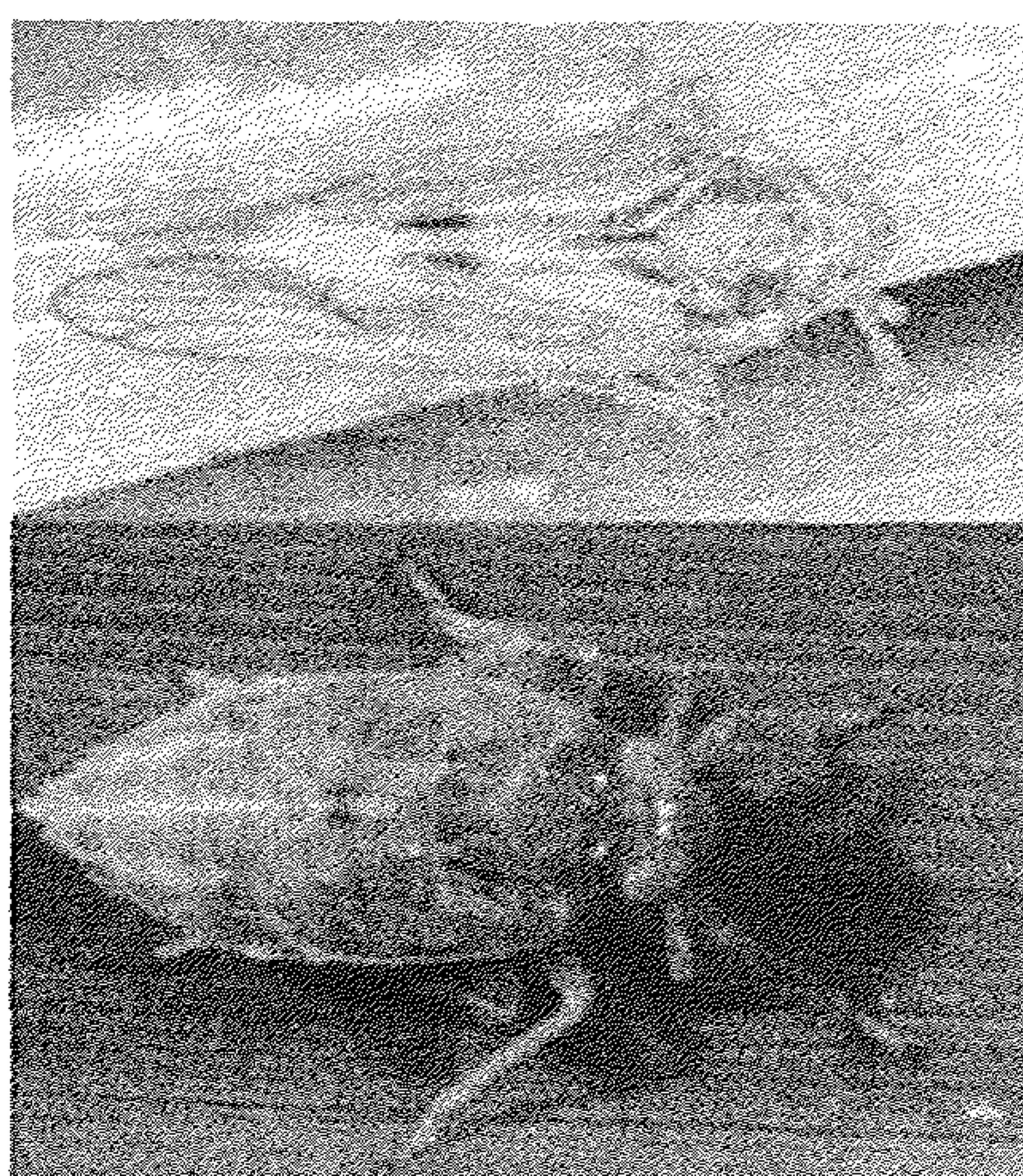
**النباتات المشخصة للإصابة :**

*Oryza sativa* صنف Taichung Native 1 يظهر الأعراض المذكورة أعلاه.

*O. sativa* صنف Shan-san-sa-san يظهر إصفرار واضح وتخطط.

*O. sativa* صنف Reiho يظهر نخر أوراق شديد وموت النبات أخيرا.

ينتقل الفايروس بواسطة نطاطات النبات *Nilaparvata lugens* (شكل8.16) و*N. bakeri* و*N. muiri*. ولا ينتقل الفايروس بواسطة التلقيح الميكانيكي أو البذور (Hibino,1986).



شكل 8.16: الحشرة الناقلة لفايروس RGSV *Nilaparvata lugens* الذكر (أعلى) والأنثى (أسفل)

عن: (Hibino,1986)

وحسب (International Rice Research Institute, 2002) فإن السلالتين *Rice grassy stunt virus* 1 و *rice grassy stunt virus* 2 يصيبان الرز ويسببان تقزم شديد للنبات وتفرع زائد وتحدث RGSV1 شحوب اللون وإصفرار مع ضيق الأوراق مع بقع صدأية صغيرة، بينما تحدث RGSV2 تغير لون الأوراق إلى الأصفر البرتقالي مع ضيق الأوراق وظهور بقع صدأية صغيرة.

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . استخدام الأصناف المقاومة للفيروسات والحشرات الناقلة.

2 . مكافحة الحشرات الناقلة.

3 . التخلص من الأدغال وتجنب الزراعة المتداخلة.

# الفصل التاسع Chapter 9

# أمراض فايروسات DNA مزدوجة الشريط

# Diseases Caused by Double Stranded DNA Viruses

تضم عائلة *Caulimoviridae* ستة أجناس منها فايروسات حيوانية من جنس *retrovirus* الذي ينتسب إليه فايروس HIV مسبب مرض الأيدز في الإنسان حيث يكون الحامض النووي من نوع RNA و*pararetroviruses* التي تصيب النباتات وتضم الجنس فايروس مزائيك القرنبيط (CaMV) *Cauliflower mosaic virus* ويكون حامضها النووي من نوع DNA.

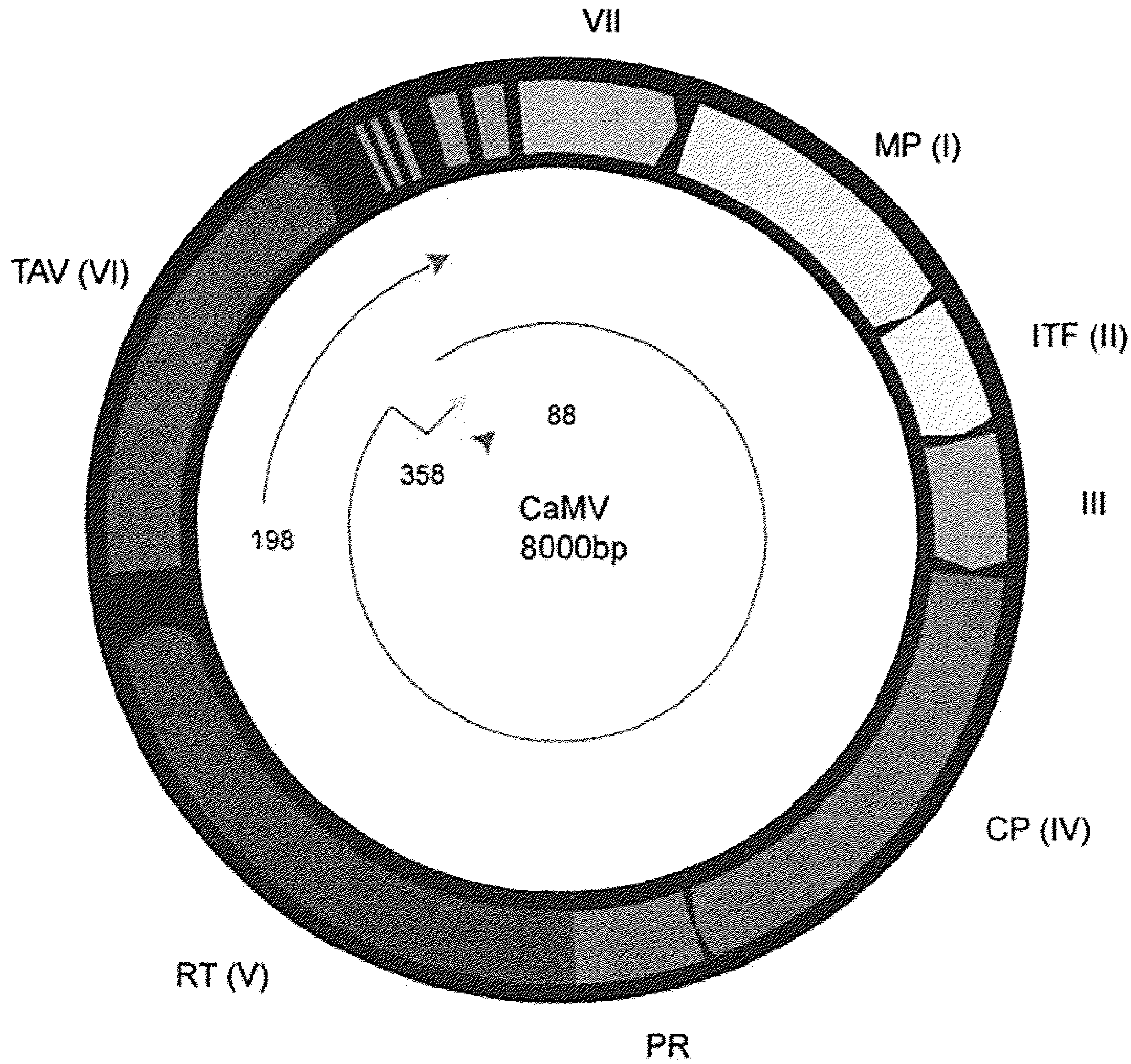
يضم الجنس *Caulimovirus* الأنواع *Cauliflower mosaic virus* و *Carnation etched ring virus* و *Dahlia mosaic virus* و *Figwort mosaic virus* و *Horseradish latent virus* و *Mirabilis mosaic virus* و *Strawberry vein banding virus* و *Thistle mottle virus* (Index of Viruses,2006b).

## فايروس مزائيك القرنبيط

## *Cauliflower mosaic virus* (CaMV)

جسيمات فايروس *cauliflower mosaic virus* تكون عشرونية الأوجه بقطر 52 ن م غلافها مكون من 420 وحدة غلاف مرتبة ترتيب مثلثي يحيط بقناة محورية مليئة بسائل وتحتوي على الحامض النووي الذي يكون بشكل DNA مزدوج (dsDNA)

دائري حجمه حوالي 8000 نت يتقطع في مواقع خصوصية نتيجة تضاعفه بالنسخ المعاكس (شكل9.1).




شكل9.1: مخطط جينوم فايروس CaMV

عن: (Wikipedia, 2007b)

بعد دخوله الخلية العائلة تصلح ثلمات الشريط المفرد للحامض النووي الفايروسي مكونا جزيئة مضاعفة التحلزن ترتبط إلى بروتينات الهستون. هذا الـ DNA يترجم إلى S RNA35 وS RNA19 تحت جينومي. S RNA35 تكون معقدة التركيب تحتوي على تتابع قائد مؤلف من 600 نت مع 6 إلى 8 أطر قصيرة قراءة مفتوحة (ORFs). يتبع ذلك بسبعة ORFs أطول، محكمة الترتيب تشفر لجميع البروتينات الفايروسية وبطريقة خاصة جدا. ORFs IV وV وVI مطلوبين من اجل تامين

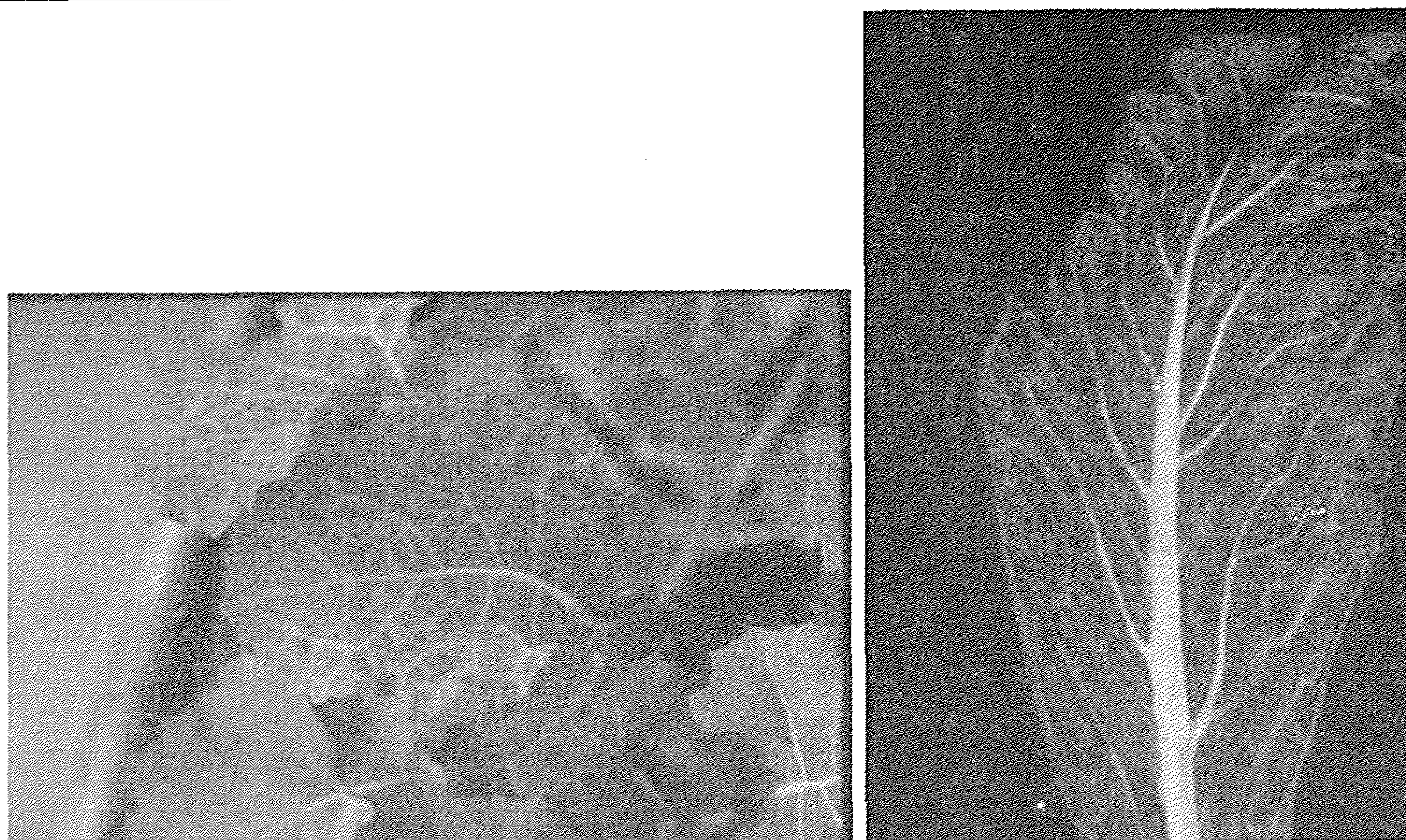
المتطلبات الأساسية لتضاعف الفايروس حيث تشفر لمصادر بروتين الغلاف (CP) وإنزيمات Protease و(Pol) Reverse transcriptase/RNase H و Transactivator/ viroplasmin (Tav) على التوالي. ORF I يشفر لعامل يسمح بالحركة من خلية إلى اخرى (MP). ORF II يشفر للنقل بواسطة حشرة المن (Atf). ORF III مطلوب من اجل الإصابة الجهازية حيث ينتج بروتينات مصاحبة للفايرون "virion-associated protein" (Vap)(Kobayashi *et al.*,2002 ). بروتين ORF VI الذي يشفر بواسطة S RNA19 يسيطر على ترجمة إعادة البدء لأطر القراءة المفتوحة الرئيسة على S 35 RNA المتعددة السيسترونات التي تؤدي إلى فصل الفايروسات. وعمل TAV يعتمد على مرافقته مع الأجسام المتعددة (Polysomes) التي هي تجمعات رايبوسومات وعامل البدء التابع للأحياء الحقيقية النواة(العائل)eIF3. يتضاعف فايروس CaMV بالنسخ العكسي. في البداية يتم لصق أو ختم جميع الفراغات في الجينوم وجزيئة الـ DNA المغلقة تساهميا تترافق مع بروتينات الهستون مصدرها خلية العائل لتشكل حلزون مضاعف بشكل كروموسوم صغير. إن نسخ الحامض النووي يكوّن s RNA35 والتي تترجم إلى بروتينات وتكوّن dsDNA بواسطة النسخ العكسي. تتكون جسيمات فايروس جديدة توجه نحو المضمنات الخلوية ومنها إلى خارج الخلية. يكوّن الفايروس مكون مساعد هو ناتج تشفير مناطق II وIII التي تجتذب حشرات المن وتسهم في الانتشار(Wikipedia2007b).

الملفت ان طريقة تضاعف فايروس CaMV تشابه كثيرا طريقة تضاعف قريبها وهو الفايروس HIV المسبب لمرض الأيدز في الإنسان. فكليهما يوظفان بروتينات معينة في خلية العائل ويرتبطان معها من أجل التضاعف. كليهما يتضاعفان بطريقة النسخ العكسي حيث تنسخ جينات DNA الفايروس بشكل جزيئات RNA حيث تقوم بإيصال المعلومات الوراثية إلى أجزاء أخرى من الخلية أو إلى الخلايا الأخرى. ثم تنسخ جزيئات RNA هذه عبر السخ العكسي إلى DNA وهكذا تصبح جزءا من جينوم العائل لتتضاعف في الخلايا الأخرى. في خلايا العائل النباتي يوظف فايروس CaMV معقد البروتين Cyclindependent kinases (CDKs) بينما يعتمد فايروس HIV على معقد بروتين مشابه موجود في خلايا الإنسان هو Positive transcription elongation

factor b (P-TEFb). ففي عملية النسخ يتم فسفرة مجال النهاية-C (CTD) لإنزيم RNA polymerase II بواسطة 3 (CDKs) هي CDK7 وCDK8 وCDK9 و شركائها في التفاعل cyclin T التي تعود إلى معقد البروتين (P-TEFb) من أجل تحفيز إستطالة النسخ. في نبات *Arabidopsis thaliana* توجد بروتينات مشابهة لبروتين CDK9، CDKC;1 وCDKC;2 وشركائها في التفاعل cyclin T، CYCT1;4 وCYCT1;5 تلعب دورا مهما في الإصابة بفايروس CaMV. الإختلاف يكمن في العائل حيث أن الإنسان أو العوائل الحيوانية تمتلك جينا واحدا مسؤول عن معقد بروتينات (P-TEFb) بينما في نبات الخردل المذكور يوجد جينان مسؤولان عن المعقد البروتيني المشابه (CDKs). لا يمكن تعطيل الجين المسؤول عن هذه البروتينات في الإنسان مما يؤدي إلى موت الخلية كونه اساسيا في عملية النسخ. بينما يمكن تعطيل احد الجينين المسؤولين في النبات دون ان يؤدي ذلك إلى موت الخلية بل إلى بعض الأعراض المعروفة. وهكذا يكون البحث عن آليات تضاعف هذه الفايروسات النباتية مفيدا جدا في إلقاء الضوء على تضاعف فايروس HIV من أجل إيجاد العلاجات المناسبة(Cui *et al*.,2007).

ينتقل الفايروس بواسطة المفصليات وحشرات المن مثل *Brevicoryne brassicae* و*Myzus persicae* و25 نوعا آخر. ينقل العامل الحيوي الفايروس بطريقة شبه باقية حيث يفقده عند عملية الإنسلاخ والفايروس لا يتضاعف في الحشرة كما انها لا تنقله إلى الذرية. فايروس CaMV محدود المدى العوائلي فهو يصيب في الطبيعة أنواع العائلة الصليبية بينما تحت ظروف المختبر يمكن ان يصيب ايضا نباتات تعود إلى عائلتي *Resedaceae* و*Solanacea* . كثيرا ما يتم الخلط بين أعراض الإصابة بفايروس CaMV وفايروس TuMV وكلاهما ينقلان بواسطة حشرات المن. تنتشر الإصابة بهذا الفايروس في المناطق المعتدلة من العالم.

تحدث هذه الفايروسات اعراض الموزائيك وإصفرار عروق شديد في معظم النباتات العائلة (شكل9.2). الأعراض يمكن ان تختفي في النباتات المزمنة الإصابة خصوصا في درجات الحرارة العالية. نباتات اللفت واللهانة الصينية وغيرها تميل إلى الإزهار قبل الأوان(Zitter & Provvidenti,1984b).



شكل9.2: ورقة قرنبيط تظهر اعراض موزائيك شديدة(يمين) وشفافية عروق على اوراق نبات اللفت(يسار) نتيجة الإصابة بفايروس CaMV

عن: (HYP3,2001)

http://www.inra.fr/internet/Produits/HYP3/index.html

وبسبب طبيعة جينومها المؤلف من dsDNA وطريقة تضاعفها العكسي الذي يشتمل على الإندماج بجينوم العائل كما ذكرنا سابقا، تستخدم فايروسات CaMV كعامل نقل حيوي ممتاز لإدخال الجينات (DNA) الغريبة في خلايا النبات من اجل الحصول على نباتات محورة وراثيا. فمن أجل ذلك يحشر الجين أو الجينات المطلوب نقلها إلى النبات في جينوم الفايروس CaMV وتلقيح النبات المطلوب نقل الجينات اليه بالفايروس. كما يستخدم منشط (Promotor) RNA35 s للفايروس كمنشط فعال للتضاعف والتعبير الجيني في النباتات المحورة وراثيا باستخدام DNA مختلفة(Agrios,1997).

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . مكافحة حشرات المن الناقلة.

2 . التخلص من الأدغال.

## أمراض متسببة عن فايروسات جنس *Badnavirus*

أشتق اسم الجنس من كونها عصوية وجينومها الذي هو بشكل DNA. يضم جنس *Badnavirus* النوع النموذجي (ComYMV) *Commelina yellow mottle virus* و(BSV) *banana streak virus* و *cacao swollen shoot virus* (CSSV) و(CaYMV) *Canna yellow mottle virus* و(DBV) *Dioscorea bacilliform virus* و(KTSV) *kalanchoe top-spotting virus* و (PYMoV) *Piper yellow mottle virus* و (RTBV) *rice tungro bacilliform virus* و(SRV) *Schefflera ringspot virus* و *sugarcane bacilliform virus*(Büchen-Osmond,1995).

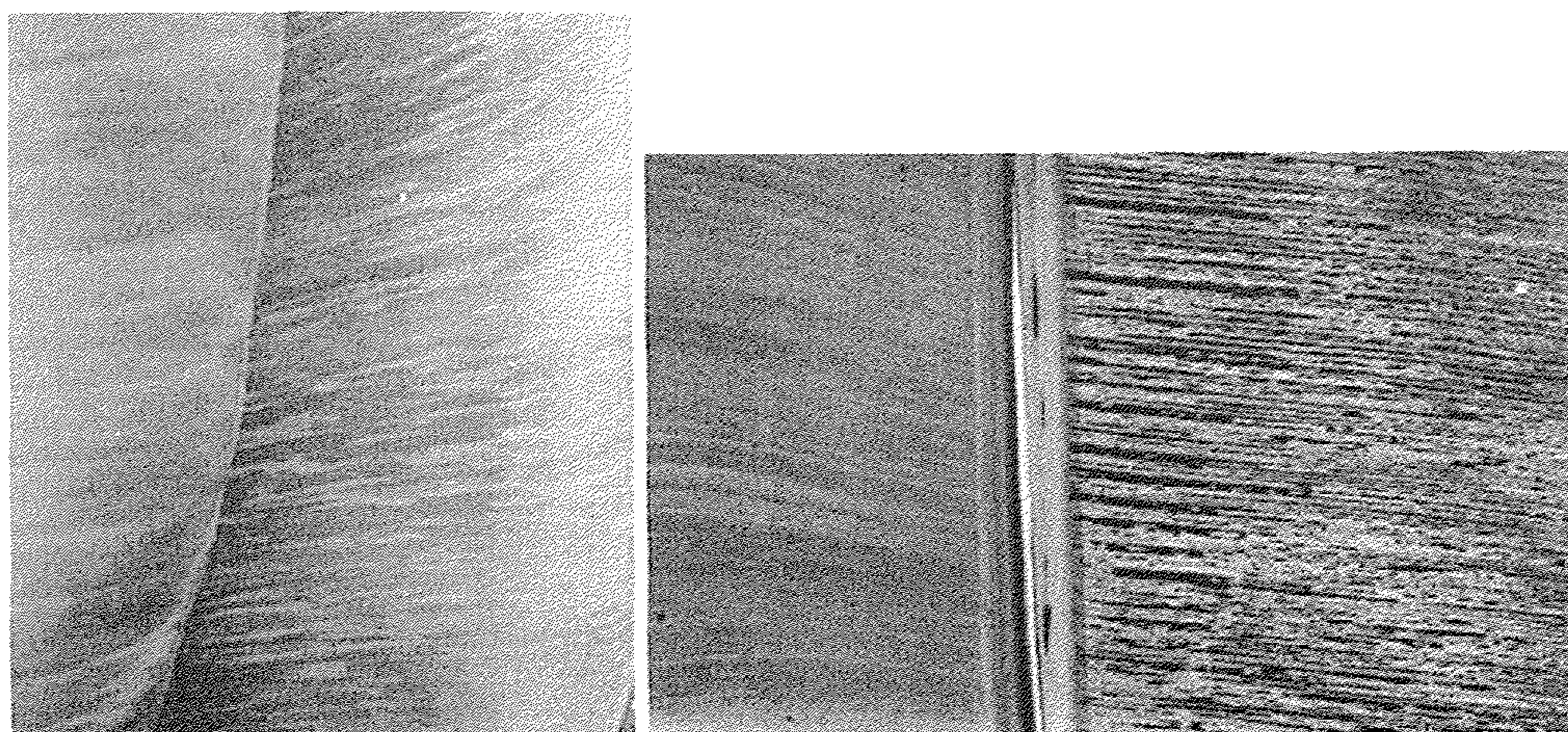
هذه الفايروسات تكون محدودة المدى العوائلي وبإستثناء فايروس RTBV تصيب أنواع هذا الجنس النباتات المعمرة التي تتكاثر خضريا في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية خصوصا في جنوب شرق آسيا وأستراليا. تحدث هذه الفايروسات الأمراض على الموز وقصب السكر والكاكاو والأناناس والفلفل الأسود والحمضيات والبطاطا الحلوة (*Dioscorea* spp.)( Lockhart & Olszewski, 1994).

جسيمة الفايروس عصوية متطاولة ذات تناظر عشروني الأوجه، الغلاف البروتيني متعدد الطبقات 95 – 130 أو 60 – 900 X 24 – 35 ن م. الجينوم غير مجزأ يتألف من دائرة مفتوحة من dsDNA طولها الكامل 7200 – 7600 نت. التضاعف يتضمن النسخ العكسي ويشفر الفايروس لثلاث أطر مفتوحة القراءة (ORF).

تنتقل معظم هذه الفايروسات بواسطة تقاوي التكاثر الخضري والحشرات المتشابهة الأجنحة من عوائل Aleyrodidae وAphididae وCicadellidae وPseudococcidae.

تتواجد جسيمات الفايروس في سايتوبلازم وفجوات الخلية العائلة. المضمنات الخلوية توجد في السايتوبلازم وتكون بشكل أجسام غشائية أو فايروبلازما حيث تحتوي على فايرونات ناضجة(ICTVdB Management, 2006m).

يسبب فايروس (BSV) *Banana streak badnavirus* مرض التخطيط الفايروسي على اوراق الموز(*Musa* sp.) ولسان الحمل (Plantain). أكتشف المرض في ساحل العاج في أفريقيا سنة 1968 وشخص الفايروس المسبب BSV في المغرب سنة 1985. المرض عالمي الانتشار(Lockhart,1996). تتمثل أعراض المرض بتخطيط متقطع أو مستمر يختلف لونه بين الأصفر إلى البني إلى الأسود. وتختلف شدة الأعراض كثيرا بإختلاف سلالة الفايروس. يمكن أن تكون الأعراض بشكل خطوط صفراء فاتحة إلى نخر الأوراق الجديدة ونخر داخلي للساق الكاذب وموت النبات. يمكن أن تشابه أعراض الإصابة بفايروس BSV الأعراض المتسببة على الموز نتيجة الإصابة بفايروس (CMV) *cucumber mosaic virus* (شكل 9.3 و9.4).



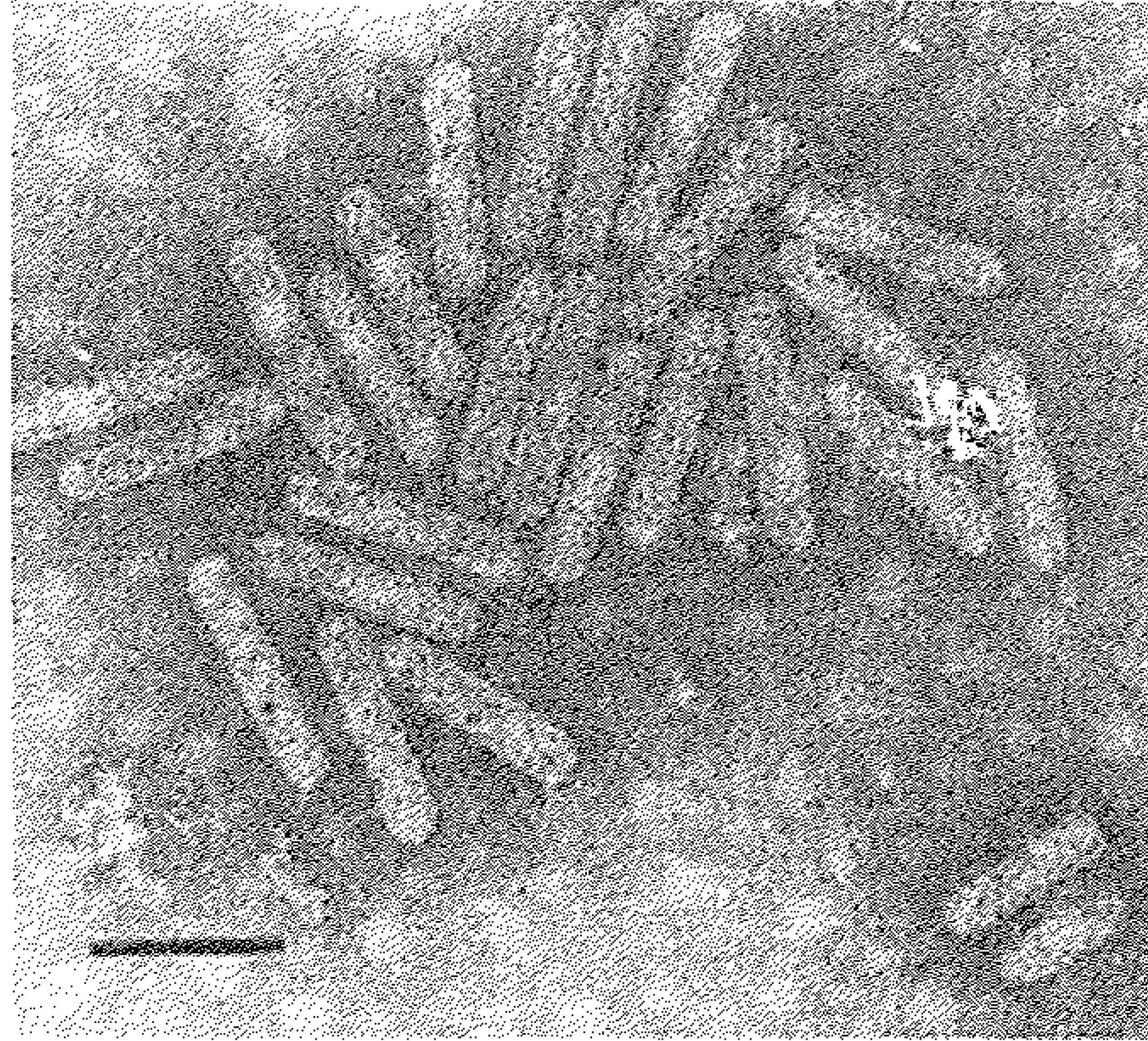
شكل 9.3: اعراض الإصابة بفايروس BSV على اوراق الموز على اليمين وورقة سليمة يسارها(يمين) وأعراض الإصابة بفايروس *cucumber mosaic virus* على ورقة الموز يمين وورقة سليمة جنبها(يسار)

عن: (Lockhart,1996)



شكل 9.4: اعراض نخر ورقة السيكار على الموز المتسبب عن فايروس BSV(يمين) والعرض نفسه المتسبب عن فايروس *cucumber mosaic virus*(يسار)

عن: (Lockhart,1996)



شكل 9.5: صورة بالمجهر الإلكتروني (ISEM) لجسيمات فايروس BSV. الخط =100ن م.

عن: (Lockhart,1996)

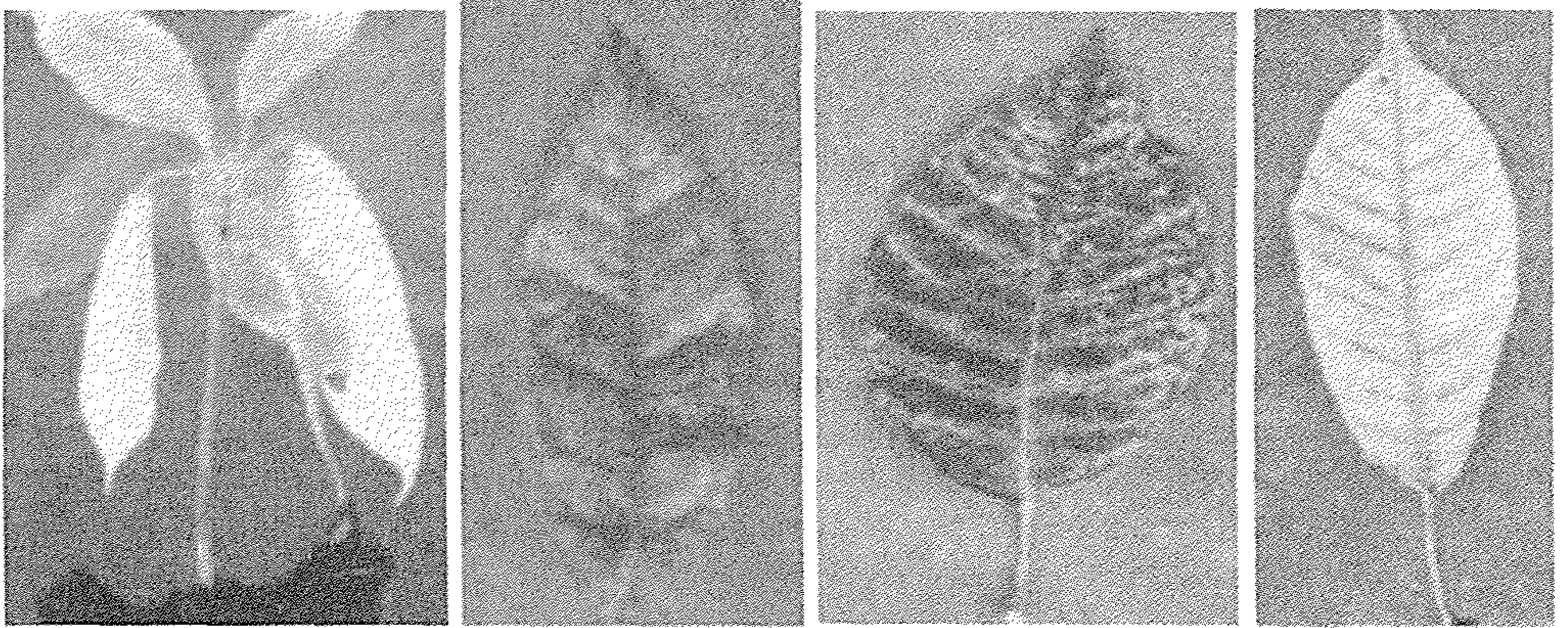
جسـيمات الفـايروس عصـوية 150 X 30 ن م (شـكل9.5)، dsDNA حجـم

جينومها 7200 نت.

ينتقل الفايروس بواسطة الفسائل المصابة وكذلك حشرات دودة الدوالي (Mealybugs).

يصيب فايروس cacao swolien shoot virus (CSSV) اشجار الكاكاو في دول أفريقيا الغربية ( ساحل العاج وغانا ونيجيريا وسيراليون وتوغو) وفي سيريلانكا جنوب شرق آسيا. وصف المرض اول مرة سنة 1922 في غانا على الكاكاو *Theobroma cacao* وشخص سنة 1955 في توغو(Cilas *et al.*,2005). تختلف اعراض المرض كثيرا بإختلاف سلالة الفايروس ومرحلة الإصابة. لكن اكثر الأعراض المميزة على الأصناف الحساسة تتمثل بتحزم أحمر للعروق في الأوراق الحديثة وتحزم اصفر للعروق وتبرقش ما بين العروق في الأوراق الناضجة وكذلك إنتفاخ الساق والجذر (شكل9.6). تؤدي الإصابة إلى تكوين قرون مدورة صغيرة ذات حبوب قليلة وصغيرة.

ينتشر الفايروس بواسطة 14 نوعا من حشرات دودة الدوالي (Mealybugs) بطريقة شبه باقية(Lockhart,1996).



شكل 9.6: **أعراض الإصابة بفايروس CSSV على الكاكاو**: تحزم احمر للعروق في الأوراق الحديثة(يمين) والتحزم الصفر للعروق(وسط يمين) وتبرقش ما بين العروق في الأوراق الناضجة(وسط يسار) وإنتفاخ الساق(يسار)

عن: (Frison *et al.*,1999)

جسيمات الفايروس عصوية 121 – 130 X 28 ن م ويضم الفايروس العديد من السلالات قسمت على 8 مجاميع مصلية(Hughes *et al*.,1995).

يتغير حصول المرض والأعراض وتركيز مستضدات الفايروس في الأنسجة المصابة في مواسم النمو المخلفة حيث يكون أعلى في المواسم الممطرة ومخفضا أو يكاد يهمل في المواسم الحارة الجافة. كما تختلف الإصابة بإختلاف الطرز الجينية للعائل(Dahala *et al*.,2000).

يصيب فايروس (CiMV) *Citrus mosaic badnavirus* البرتقال وعدد من اصناف الحمضيات وينتشر في الهند حيث يسبب خسائر كبيرة تتراوح بين 10 إلى 70 % من الحاصل . الفايروس ينتقل بواسطة التطعيم والنبات الطفيلي الحامول. الاعراض الناتجة عن الإصابة في الحقل على البرتقال والكريب فروت تكون بشكل تبرقش اصفر براق على الأوراق وبقع صفراء على طول العروق(Ahlawat *et al*.,1996). سجل فايروس *Sugarcane bacilliform badnavirus* أول مرة على قصب السكر *Saccharum officinarum* سنة 1988 في المغرب وهو ينتشر في المغرب وكوبا و الولايات المتحدة. جسيمات الفايروس 131 X 31 ن م(Brant *et al*.,1996). فايروس (RTBV) *rice turgo bacilliform bandnavirus* يسبب مرض توغرو الرز مع فايروس *rice turgo spherical waikavirus* وتم التطرق اليه في موضوع امراض الجنس *Waikavirus*.

# الفصل العاشر Chapter 10

# الأمراض المتسببة عن فايروسات DNA أحادية الشريط

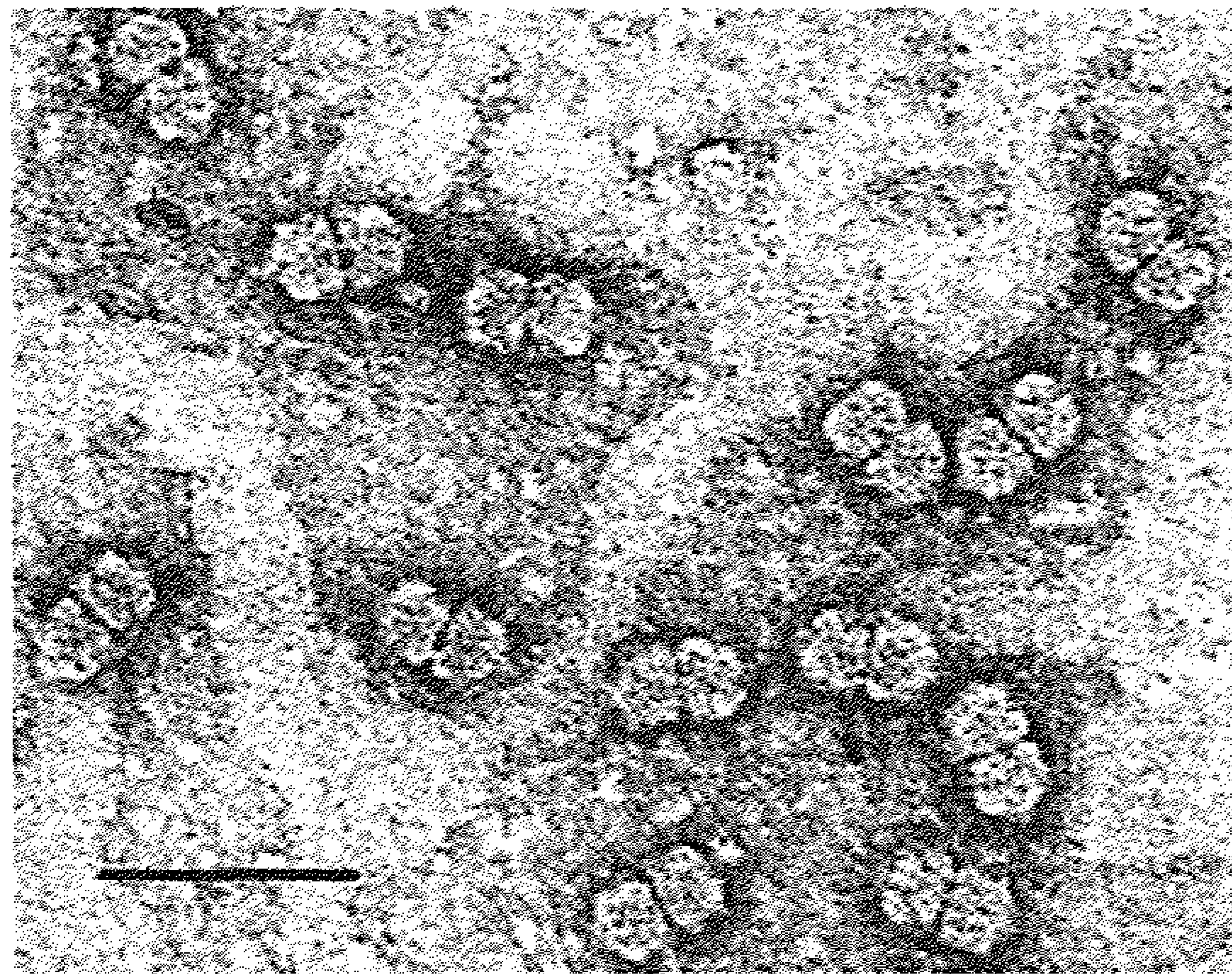
# Diseases Caused by Single Stranded DNA Viruses

تضم عائلة *Geminiviridae* التي اشتق أسمها من كونها تتكون من جسيمين متلاصقين (توأم) الأجناس *Mastrevirus* ونوعها النموذجي *Maize streak virus* و*Curtovirus* ونوعها النموذجي *Beet curly top virus* و*Begomovirus* ونوعها النموذجي *Bean golden mosaic virus* و*Topocuvirus* ونوعها النموذجي *Tomato pseudo-curly top virus*(Fauquet *et al.*,2005).

هذه الفايروسات أصبحت عالمية الانتشار خلال العقود الثلاثة الأخيرة مسببة امراض شديدة في محاصيل مهمة. ثمة عدد من العوامل أسهمت في زيادة انتشار هذه الفايروسات وزيادة خطورة الإصابات منها نقل المواد النباتية بين المناطق المختلفة وزيادة وتنوع آهلات عوامل النقل الحيوي وإعادة الإختلاط الوراثي بين هذه الأنواع من الفايروسات خلال الإصابات المختلطة(Preiss & Jeske,2003).

أدت الإصابة بهذه الفايروسات إلى القضاء على 95 % من نباتات الطماطة في جمهورية الدومينيكان في تسعينات القرن العشرين وسببت خسائر كبيرة بلغت 150 مليون دولار في موسم واحد على الطماطة في ولاية فلوريدا الأمريكية(Moffat,1999).

يتألف جينوم فايروسات *Geminivirus* من شريط DNA مفرد دائري مزدوج المعنى من مكون واحد طوله 2500 – 3000 نت أو مكونين متماثلين بالحجم. الجسيم يكون بشكل وحدتين أو توأمين متطاولين قليلا 30 X 16 – 20 ن م (شكل10.1). في *begomovirus* الجينوم يكون ثنائي التجزؤ (Bipartite) كل جزء في جسيمة مستقلة وهكذا يتوجب وجود النوعين من الجسيمات معا من اجل تحقيق الإصابة.



شكل 10.1: جسيمات فايروسات *Geminivirus*

عن: (Wikipedia, 2007c)

فايروسات جنس *Mastrevirus* تكون أحادية الجينوم وتصيب نباتات ذوات الفلقة الواحدة وتنقل بواسطة أنواع من نطاطات الأوراق. أما فايروسات *Begomovirus* فتكون ثنائية الجينوم وتصيب نباتات ذوات الفلقتين وتنقل بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*(Böttcher *et al.*,2004).

انتقال الفايروس يتم بواسطة ناقل حيوي هو نطاط الأوراق في حالة *mastrevirus* و*curtovirus* أو الذبابة البضاء في حالة *begomovirus* أو نطاط الأشجار في حالة *topocuvirus*.

إعتمادا على نوع الفايروس فإن هذه الفايروسات تنتقل خلال النبات بواسطة واحد أو اكثر من 3 أنواع من البروتينات هي بروتين الغلاف (CP) وبروتين مكوك النواة (NSP) وبروتين الحركة (MP) وهي بمجموعها يمكن ان تسمى بروتينات الحركة(Hehnle *et al.*,2004).

جميع انواع *geminivirus* تشفر لبروتين واحد عالي المحافظة (قليل التغاير) ضروري لتضاعف الفايروس. في حالة الفايروسات الثنائية الجينوم يسمى هذا البروتين AL1 ولكن ثمة واحد آخر مطلوب من اجل التضاعف العالي المستوى هو AL3. تتضاعف فايروسات *geminivirus* كما تفعل الفايروسات البكتيرية M13 وx1744 عن طريق ما يعرف بآلية الدائرة المتدحرجة (Rolling circle). في البداية يحول الشريط المفرد للـ DNA الفايروسي إلى شكل تضاعف (RF) (Replication Form) مزدوج عن طريق تخليق شريط متمم. الشريط الفايروسي لـ (RF) يثلم في موضع ضمن أصل التضاعف ربما بواسطة AL1 ويكوّن شريط جديد يزيح شريط الفايروس الأصلي. أما شريط الفايروس الأصلي المزاح فيمكن ان يستخدم كقالب لتخليق شريط متمم جديد أو يعبأ في فايرون حسب مرحلة الإصابة. إن حقيقة وجود بروتين فايروسي واحد أساسي للتضاعف يفترض إعتماد الفايروس على بروتينات العائل من أجل إتمام التضاعف ويتعزز ذلك بكون تضاعف هذه الفايروسات يتم في النواة وليس في السايتوبلازم. وفي الواقع يترافق تضاعف الفايروس مع إنقسام الخلايا العائلة. علما ان تضاعف الفايروس يمكن ان يحصل في خلايا متخصصة (خلايا اللحاء) في بعض الفايروسات من هذه المجموعة عن طريق إطالة مرحلة التخليق (S-phase) فيها أو في خلايا نشطة الإنقسام(Chasan,1995).

## مرض تخطيط الذرة

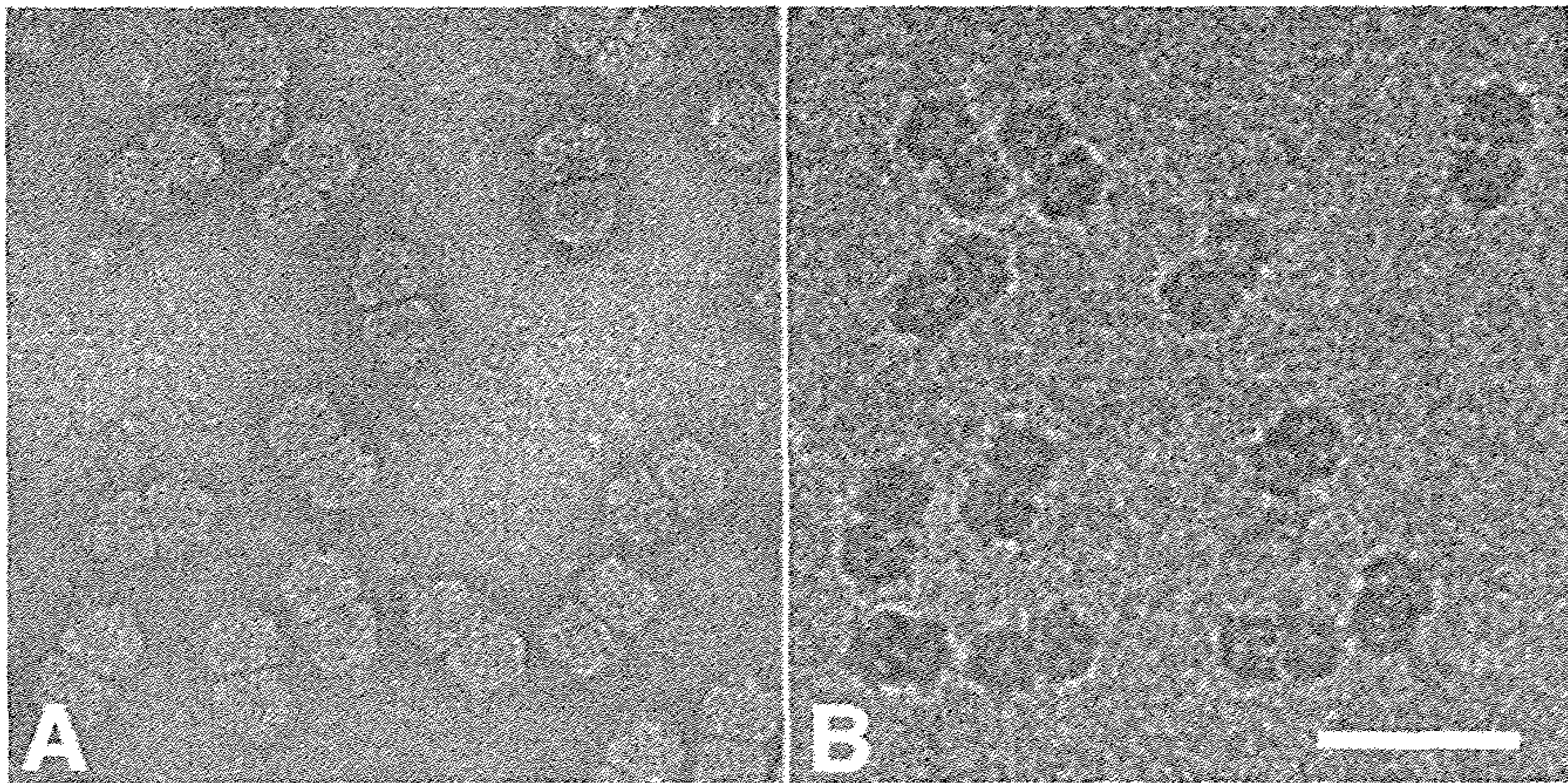
## Maize Streak

المرض ينتشر في مناطق أفريقيا الجنوبية والهند ومدغشقر واليمن.

يصيب الفايروس طبيعيا نباتات الذرة والشوفان والقمح والشعير وقصب السكر

والدخن والرز والعديد من الحشائش بضمنها انواع تعود إلى الأجناس *Sporobolus* و*Eleusine* و*Paspalum* و*Brachiara* و*Imperata* و*Rottboelia* و*Dactylocterium* و*Eragrostis* و*Diplachne* و*Leptochloa* و*Setaria* و*Tragus* و*Euchlanaena* و*Coix*. ويصيب الفايروس تحت ظروف التجربة نباتات تعود إلى أكثر من 9 عوائل نباتية( Büchen-Osmond , 2004 ; Magenya *et al.*,2008).

الممرض (Pathogen): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *Maize streak virus* التي تعود إلى جنس *Mastrevirus* عائلة *Geminiviridae*.

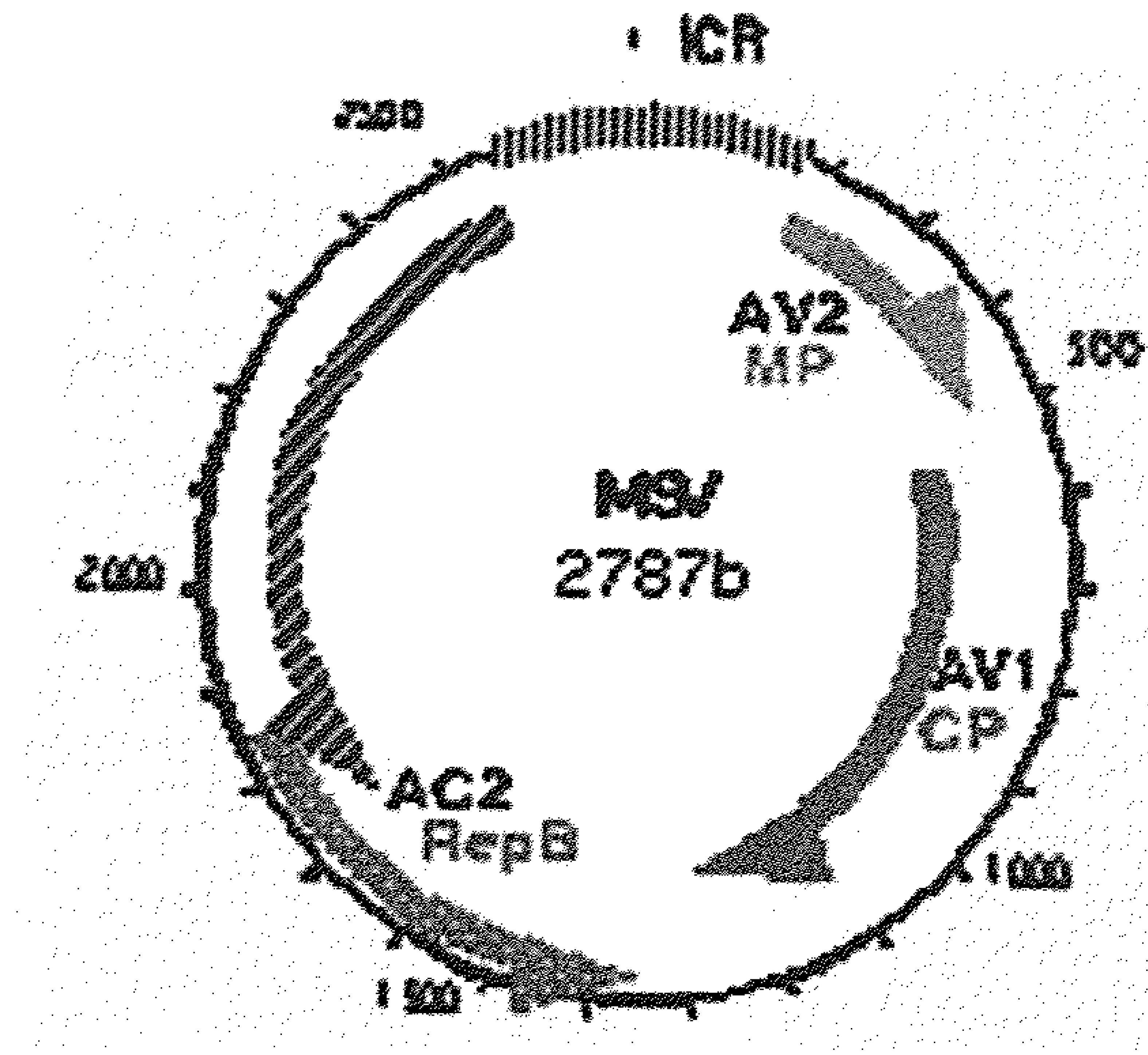



شكل 10.2: جسيمات فايروس *Maize streak virus* السلالة النايجيرية. الخط = 500 أنكستروم

عن: (Zhang *et al.*,2001)

جسيمات الفايروس مزدوجة ذات تناظر عشروني الأوجه 30 X 18 ن م (شكل10.2). الحامض النووي يتالف من جزيئة ssDNA دائرية مغلقة حجمه الكلي 2690 نت. الفايروس يكوّن بروتين تركيبي واحد هو بروتين الغلاف 26.9 ك د وتشفر

لبـروتين غيـر تركيبـي أو وظيفـي 10.9 ك د (شـكل10.3). إرتبـاط بـروتين الغـلاف مـع DNA الفايروس يسهم في نقـل الفايروس في النـواة وتغليف الفـايروس وبـذلك يسـهم في انتقـال الفـايروس داخـل الخلية ومـا بيـن الخـلايا وفـي الإصـابة الجهازيـة( Liu *et al.*,1997).




شكل 10.3: مخطط جينوم فايروسات جنس *Mastrevirus*

عن: Mohd. K. Abhary

MERC - Tomato Breeding

http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/MERC/TYLCV/images/Geminivirus_GO_WP.gif

يترافـق الفـايروس مـع فـايروس مسـاعد لكنـه يكـون مسـتقلا عنـه خـلال عمليـة التضاعف.

مـن سـلالات الفـايروس سـلالات الـذرة وسـلالة *Panicum maximum* وسـلالة

قصب السكر ووسلالة *Digitaria setigera*.

سلالات الذرة تقسم إلى تحت طرز (Subtypes) A إلى D، طرز B وC وD أقل شدة من تحت طرز A، بدورها تحت طرزA تميز إلى عزلات تحت طرز A1 وA2 وA5 تكون الأشد وA3 وA6 متوسطة الشدة بينما A4 تكون الأخف. العزلات الشديدة تسبب أعراض مبكرة وتخطيطات إصفرار أكثر(Magenya *et al.*,2008).

**النباتات المشخصة (Diagnostic hosts) :**

التشخيص يتم بإصابة نبات *Cicadulina mbila* ومن ثم نقل الإصابة إلى نبات الذرة *Zea mays* صنف Golden Bantam حيث تظهر أعراض التخطيط الجهازي.

**الأعراض (Symptoms)**

تظهر الأعراض بصورة مبكرة على نباتات الذرة الحديثة، فعند تحقق الإصابة على نباتات بعمر اسبوع واحد تظهر الأعراض خلال 3 إلى 5 أيام بينما في عمر 9 أسابيع تظهر الأعراض بعد 7 إلى 9 أيام. تبدأ الأعرض بظهر بقع إصفرار دائرية صغيرة بقطر 0.5 – 2 ملم على الأوراق الحديثة، تتداخل فيما بعد لتشكل خطوط إصفرار طولية في الغالب على طول العروق. في الإصابات الشديدة، خطوط الإصفرار قد تضفي مظهر الشحوب أو الإصفرار أو الإبيضاض على الورقة. أصناف الذرة الشديدة الحساسية للإصابة بالفايروس تظهر إصفرار لنصل الورقة بالكامل يتبع بموت النبات خصوصا في الإصابات المبكرة. عموما النباتات المصابة تكون أقصر وأقل نشاطا وتكون عرانيص وحبوب أقل وغير ممتلئة ما يمكن ان يخفض الإنتاج بنسبة تزيد عن 70 %( Magenya *et al.*,2008 ; Agrios,1997).

توجد جسيمات الفايروس في خلايا الأوراق في البشرة والنسيج المرستيمي والبرنكيما الوعائية والخلايا المرافقة وفي جميع اجزاء النبات المصاب. توجد الفايرونات في السايتوبلازم والنواة والفجوات. المضمنات الخلوية تكون بشكل بلورات في النواة وفايروبلازما حيث تحتوي على فايرونات. الإصابة تسبب تحطم

البلاستيدات الخضراء وعضيات الخلية الأخرى.

ينتقل الفايروس *Maize streak virus* بطريقة باقية بواسطة حشرات نطاط الأوراق من أنواع *Cicadulina mbila* و *C. arachidis* و *C. bipunctella* و *C. triangula* و *C. bimaculata* و *C. similis* و *C. latens* و *C. ghauri* و *C. parazeae*. الفايروس لا يتضاعف داخل الحشرة الناقلة ولا ينتقل إلى الذرية( Büchen-Osmond, 2004).

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة الأصناف المقاومة.
2. المكافحة الكيميائية والحيوية للحشرة الناقلة للفايروس.
3. الطرق الزراعية خصوصا التسميد السماد الكيميائي المركب( Magenya *et al.*,2008).

## مرض تجعد القمة في البنجر
## Beet Curly Top Disease

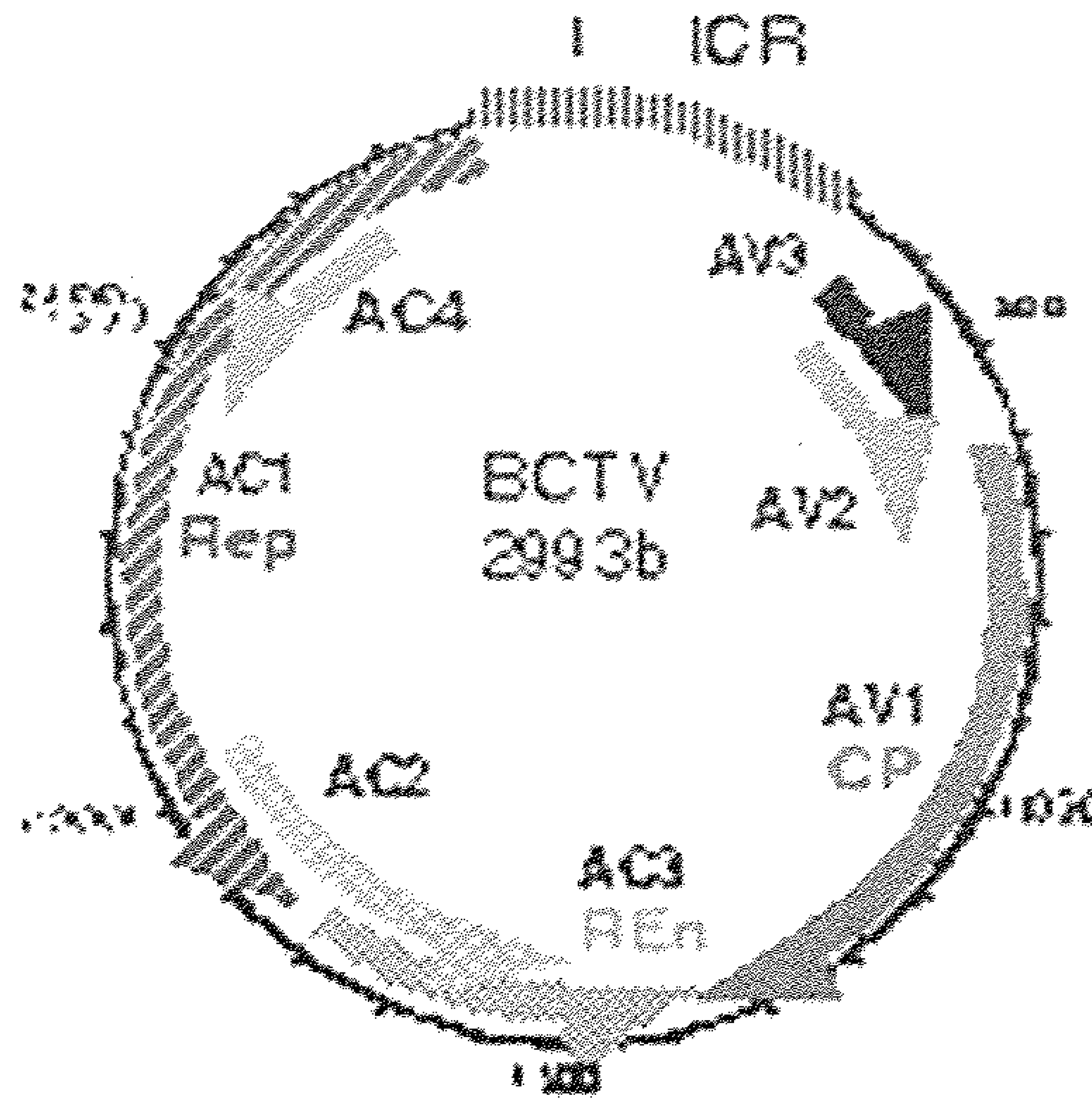
المرض عالمي الانتشار تقريبا حيث إنتشر من منطقة شرق المتوسط يظهر في أفريقيا ويوراسيا ومنطقة البحر المتوسط وأمريكا الشمالية والجنوبية والوسطى. في آسيا ينتشر في الهند وأيران وتركيا وقبرص. في أفريقيا في مصر. في اوربا ينتشر في إيطاليا وإسبانيا.

لهذا الفايروس مدى عوائلي واسع فهو يصيب البطاطا والبنجر السكري والطماطة والفاصوليا والقرعيات، إضافة إلى نباتات تعود إلى العوائل النباتية *Chenopodiaceae* و *Solanaceae* و *Brassicaceae* و *Violaceae* و *Geraniaceae* و *Cucurbitaceae* و *Caryophyllaceae* و *Fabaceae* و *Asteraceae* و *Linaceae* و *Apiaceae*. كما يصيب عدد من الأدغال منها .*Atriplex* spp و *Capsella bursa-*

*pastoris* و *Chenopodium* spp. و *Datura ferox* و *Polygonum* spp. و *Rumex* spp. و *Stellaria media*.

**الممرض (Pathogen)**: يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *Beet curly top virus* (BCTV) الذي يعود إلى جنس *Curtovirus* عائلة *Geminiviridae*. توجد العديد من سلالات الفايروس وزعت على 3 محاميع/أنواع هي California/Logan = *Beet curly top virus* (BCTV) و CFH = *Beet severe curly top virus* (BSCTV) و Worland = *Beet mild curly top virus* (BMCTV) (Wintermantel,2007).

جسيمات الفايروس عشرونية الأوجه متطاولة توأمية 30 X 18 ن م. الجينوم غير مقسم يتألف من جزيئة ssDNA دائرية واحدة. حجم الجينوم 2993 نت (شكل10.4).




شكل 10.4: مخطط جينوم فايروسات جنس *Curtovirus*

عن: Mohd. K. Abhary

MERC - Tomato Breeding

http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/MERC/TYLCV/images/Geminivirus_GO_WP.gif

**الأعراض (Symptoms)**

على تباتات البنجر السكري تكون أعراض الإصابة بفايروس BCTV في الحقل بشكل إلتفاف الأوراق وشفافية العروق خصوصا الدقيقة منها على الأوراق الداخلية ثم تظهر على الوراق الأخرى خلال أيام. وتصبح الأوراق سميكة هشة سهلة التمزق خضراء داكنة غير لماعة. وتظهر على عروق السطوح السفلية للأوراق بروزات بشكل ثآليل. أحيانا تخرج قطرات إفرزية سميكة، رائقة من أعناق الأوراق والعروق الوسطية أو العروق على السطوح السفلية للنباتات المصابة. فيما بعد، يصبح السائل اسود لزج ويجف مكوتا قشور بنية. في الإصابات الشديدة تظهر الجذور نموا شعريا بسبب زيادة أعداد الجذور الصغيرة. المقاطع العرضية في البنجر السكري تظهر حلقات سوداء متراكزة تتبادل مع مناطق فاتحة. أما في المقاطع الطوية فيظهر التلون بشكل إمتدادات طولية.



شكل 10.5: أعراض الإصابة بفايروس BCTV على نبات البنجر السكري(يمين) والطماطة(يسار)

عن: (Wintermantel,2007)

أما على النباتات الأخرى فتكون الأعراض بشكل شفافية عروق وإنتفاخ وتشوه الأوراق الحديثة حيث تكون الأوراق متقزمة، صلبة، مصفرة وملتفة (شكل10.5

و10.6). وتحفز الإصابة نمو البراعم الأبطية ويحصل نخر لأنسجة اللحاء ونضوح سائل منه وينتهي الأمر بموت النبات.



شكل 10.6: أعراض الإصابة بفايروس BCTV على الفلفل(يسار) والخردل البري(يمين)
عن: (Wintermantel,2007)

طماطة الحقل تظهر إضافة إلى أعراض الإلتفاف وتثخن وهشاشة الأوراق، عروق بنفسجية، تجوف الساق، نضج الثمار قبل الأوان والبذور المجهضة. أخيرا يموت النبات والأوراق تصبح بنية. في البيت الزجاجي تظهر الطماطة شفافية العروق والتقزم ثم إصفرار النبات وموته.

نباتات البطاطا تصبح متقزمة وتلتف الوريقات وتصفر وأحيانا تنحني اعناق الأوراق. وفي المراحل المتقدمة تظهر نوات هوائية متقزمة في محور الأوراق قرب قمة النبات. أخيرا يصفر النبات ويموت( ICTVdB Management, 2006n ; CABI and EPPO,1995c).

في دراسة حقلية للربط بين معدل الإصابة (من 10 مستويات: 0 إلى 9) وإنتاج البنجر السكري تبين أن الزيادة في كل وحدة قياس لشدة الإصابة تخفض إنتاج الجذور 5.76 إلى 6.93 طن / هكتار(Strausbaugh *et al.*,2007).

**النباتات المشخصة للإصابة (Diagnostic hosts):**

البنجر السكري يظهر شفافية عروق وإلتفاف العروق نحو الداخل وإنتفاخ العروق وتعقدها مما يكسب سطح الورقة السفلي ملمسا خشنا. تظهر نضوحات اللحاء على عنق الورقة والعروق الكبيرة كما يحصل نخر في لحاء الجذور يتوضح عند عمل مقاطع عرضية حيث تظهر حلقات بنية.

الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* صنف Bountiful ذبول الورقة الثلاثية الأولى ونمو البراعم وتمزق الوريقات وتجعدها.

جسيمات الفايروس تتواجد في نوى خلايا اللحاء للنباتات المصابة( ICTVdB Management, 2006n).

يمكن استخدام *Nicotiana tabacum* cv. White Burley و *Datura stramonium* كعوائل تفريقية. *N. tabacum* cv. White Burley يظهر شفافية عروق تتبع بقصر السلاميات وتقزم النبات. الأوراق الأحدث تتقزم وتتجه إلى الخارج. على نبات *D. stramonium* الأوراق الحديثة تتقزم وشفافية العروق تظهر على الأوراق القديمة(CABI and EPPO,1995c).

**تطور المرض (Development of Disease)**

الفايروس لا ينتقل بسهولة بواسطة النقل الميكانيكي. الفايروس ينتقل بواسطة نطاط الأوراق من نوع *Circulifer tenellus* في امريكا الشمالية و*C. tenellus* و *C. opacipennis* في بلدان حوض البحر المتوسط. هذه الحشرات تعيش على 106 أنواع من النباتات تعود إلى 19 عائلة(Strausbaugh *et al.*,2007).

الناقل الحيوي ينقل الفايروس بطريقة باقية لكنه لا يتضاعف داخل الحشرة ولا ينتقل إلى الذرية. يتمكن النطاط من إكتساب الفايروس عند تغذيه على النباتات المصابة لدقائق ويحتفظ به لمدة تصل إلى الشهر. ينحصر وجود الفايروس في نسيج اللحاء للنبات العائل حيث يسبب تحلله.

يمكن أن تبقى جسيمات الفايروس فعالة في بقايا إفرازات اللحاء الجافة لمدة 10 أشهر. ويبقى الفايروس لمدة 4 أشهر في انسجة البنجر السكري المجففة و6 أشهر في نطاطات البنجر السكري المجففة. ويقاوم الفايروس عدد من المعقمات( CABI and EPPO,1995c).

العوامل المؤثرة على نقل فايروس BCTV بواسطة عامل النقل الحيوي تشمل توفر نباتات مصابة تمثل مصدر اللقاح الأولي ومدة التغذية لنطاطات الأوراق على النباتات المصابة بالفايروس حيث تزداد مع زيادة مدة التغذي وعدد أو كثافة الحشرات الحاملة للفايروس المتغذية على النبات العائل وعمر النبات العائل والحشرة الناقلة وقت حدوث الإصابة.

### السيطرة على المرض (Control)

ثمة عوامل تعقد إجراءات السيطرة على أمراض BCTV تشمل :

1. المدى العوائلي الواسع للغاية من النباتات المزروعة والأدغال النامية طبيعيا.
2. الكثافات العالية والوجود المستمر لآهلات عامل النقل الحيوي.
3. التغيرات المناخية الملائمة لعامل النقل الحيوي.
4. عدم توفر الأصناف المقاومة للإصابة(Wintermantel,2007). مع ذلك فإن الإجراءات الفعالة للسيطرة على المرض حسب (Agrios,1997) تشمل:

1 . استخدام الأصناف المقاومة.

2 . مكافحة الحشرات الناقلة للفايروس.

## مرض موزائيك الكازافا الأفريقي

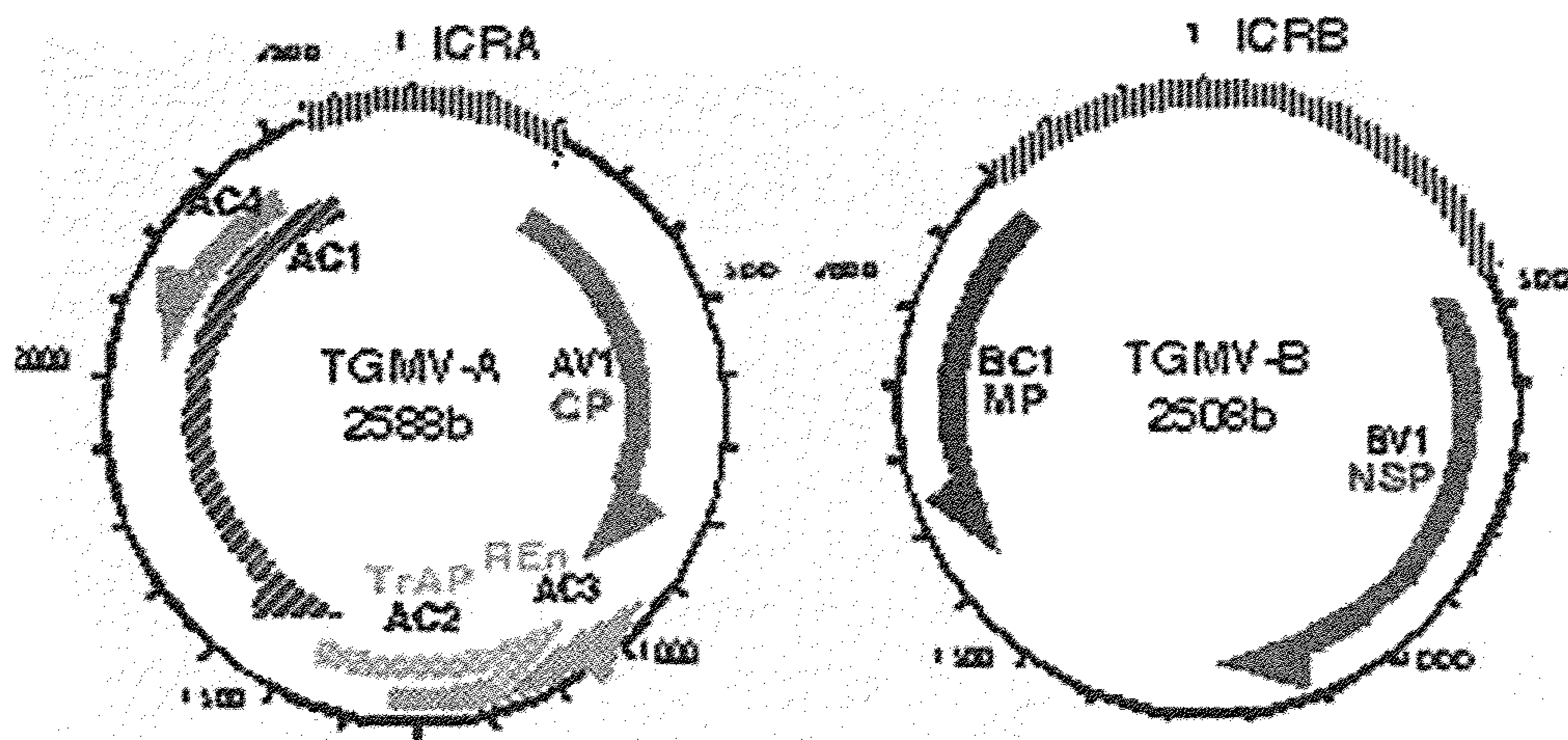
## African Cassava Mosaic

يعتبر هذا المرض من اهم الأمراض التي تصيب محصول الكازافا ( *Manihot esculenta* عائلة Euphorbiaceae) في افريقيا في مطلع القرن الحادي والعشرون مع انه سجل في أواخر القرن التاسع عشر وعرف المسبب انه فايروس سنة 1906. وفي ثلاثينات القرن العشرين إنتشر بشكل وبائي من سيراليون وساحل العاج وغانا ونيجيريا ومدغشقر وأوغندا ليشمل جميع مناطق زراعة المحصول في افريقيا. يمكن ان يسبب المرض خسائر في الإنتاج تتراوح بين 20 إلى 95 %(Fauquet & Fargette, 1990). إن الإصابة بسلالة خفيفة من ACMV خفضت الإنتاج بنسبة 12 % بينما سببت السلالات القوية من الفايروس خسائر بنسبة 42 %. وتسبب الإصابة بنوع EACMV-UG خسائر تصل إلى 68 % والإصابة المختلطة بفايروسي ACMV + EACMV-UG تسبب خسائر بنسبة 82 %. وحسب (Agrios,1997) فإن متوسط الخسارة في الإنتاج بسبب المرض في افريقيا يبلغ 50 % وهذا يعني خسارة مالية نتيجة إنخفاض بيع جذور النبات تبلغ 2 مليار دولار.

الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس (ACMV) *african cassava mosaic virus* الذي يعود إلى جنس *Begomovirus* عائلة *Geminiviridae*.

أول فايروس تم عزله من نباتات كازافا مصابة سمي cassava latent virus (CLV) لأنه لم يتمكنوا وقتها من إصابة نبات الكازافا وإظهار الأعراض عليه. بعد ذلك تم النجاح في نقل الفايروس من نبات *Nicotiana benthamiana* مصاب إلى نبات الكازافا وتحقيق فرضيات كوخ وسمي الفايروس *African cassava mosaic virus* (ACMV). الدراسات اللاحقة بينت وجود 3 أنواع من الفايروس تسبب مرض موزائيك كازافا الأفريقي. إثنان ينتشران في افريقيا هما ACMV و *East African cassava mosaic virus* (EACMV) ونوع منتشر في الهند هو *Indian cassava*

*mosaic virus* (ICMV).




شكل 10.7: مخطط جينوم فايروسات جنس *Begomovirus*

عن: Mohd. K. Abhary

MERC - Tomato Breeding

http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/MERC/TYLCV/images/Geminivirus_GO_WP.gif

الفايرونات المعزولة من النباتات المصابة بينت انها تكون بشكل جسيمتين توأمتين 30 X 18 ن م عشرونية الأوجه وبروتين الغلاف 30 ك د. الحامض النووي يتألف من مكونين من ssDNA دائري كلاهما بحجم 2800 نت. اظهرت الدراسات الجزيئية وجود 6 أطر قراءة مفتوحة (ORFs)

4 منها على DNA –A وإثنان على DNA-B ومنطقة بينجينية ( Intergenic region (IR) أو " منطقة مشاعة" ( CR)Common region) مؤلفة من حوالي 200 ز ق يشترك بها كلا مكوني الحامض النووي. جينات DNA-A تشفر لبروتين الغلاف

(AV1, CP) والبروتينات المتعلقة بالحركة (AV2) وتنشيط AV1 و (AC2, BV1 TrAP) وتسريع التضاعف (AC3,REn) (شكل10.7). أما جينات DNA-B فلها أدوار مهمة في النقل عبر النواة (BV1, NSP) والحركة من خلية إلى خلية (BC1, MP). لتركيب بروتين الغلاف اهمية في خصوصية عامل النقل الحيوي حيث ان الطافرات في بروتين الغلاف لا تنقل بواسطة الحشرة الناقلة للفايروس وهي الذبابة البيضاء *B. tabaci* في حين ان الطافرات التي تحمل جينوم ACMV وبروتين الغلاف لفايروس *Beet curly top virus* الذي ينتقل بواسطة نطاط الأوراق تنتقل بواسطة النطاط.

## الأعراض (Symptoms)

### الأنواع المشخصة للإصابة ( Diagnostic species)

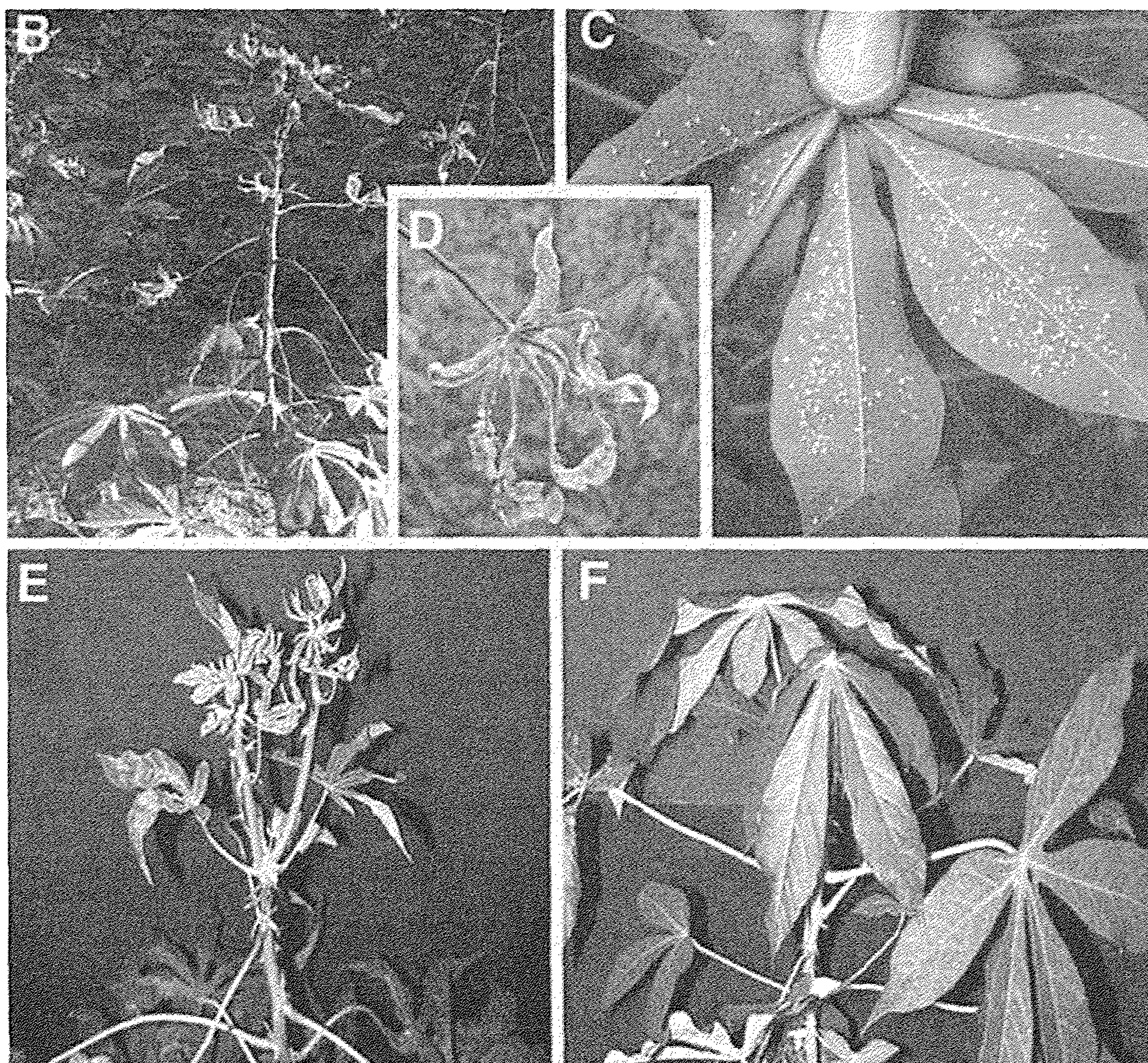
نبات الكازافا *Manihot esculenta* يظهر أعراض الموزائيك الجهازي الشديدة بعد 3 – 5 أسابيع من التلقيح بواسطة الذبابة البيضاء أو بالتطعيم. يظهر النبات المصاب مجاميع من الأوراق المظهرة للأعراض متبادلة مع أوراق خفيفة أو عديمة الأعراض. الأعراض يمكن أن تكون خفيفة، متوسطة أو شديدة إعتمادا على سلالة الفايروس (شكل10.8). يمكن تحقيق الإصابة بصعوبة بواسطة التلقيح بعصارة النبات المصاب.

نبات *Nicotiana benthamiana* يظهر قروح إصفرار منتشر موضعية تتبع بأعراض جهازية تشمل تجعد الأوراق وتلطخها باللون الأصفر مع إنخفاض متزايد وسريع في حجم الأوراق وطول السلاميات.

نبات *N. clevelandii* السلالة النموذجية تسبب قروح إصفرار موضعية خلال 8 – 14 يوما. وتسبب دائما تجعد جهازي للأوراق وتقزم مع تكون تحزم عروق غير منتظم كبير ومناطق مصفرة.نبات *Datura stramonium* السلالة النموذجية تسبب قروح إصفرار ونخر موضعي وتحزم عروق جهازي وتجعد شديد وتشوه للأوراق((Bock & Harrison, 1985).

تحدث مع هذه الفايروسات ظاهرة التآزر في الإصابات المختلطة حيث ان الإصابة المختلطة بفايروسي ACMV وEACMV تؤدي إلى إزدياد شدة المرض من

الإصابة باي منهما منفردا(Legg & Fauquet, 2004).




شكل 10.8: (B) الأعراض النموذجية لنبات الكزافا المصاب بفايروسي ACMV وEACMV-UG(سلالة أوغندا). (C) أعداد كبيرة من الذبابة البيضاء على اوراق نبات كازافا مقاوم للمرض صنف MM 96/0245. (D) صورة مقربة لأعراض الإصابة بفايروس EACMV-UG على أوراق كازافا حديثة. (E) نبات كازافا صنف TMS 60444 مصاب إصابة مختلطة بفايروسي ACMV وEACMV-UG يظهر الأعراض الشديدة. (F) كازافا صنف TMS 60444 معدل وراثيا ملقح بفايروسي ACMV وEACMV-UG لا يظهر أعراض بعد شهرين من التلقيح

عن: (Legg & Fauquet, 2004)

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتقل الفايروس بطريقة باقية بواسطة حشرة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*. مدة التغذي الصغرى لإكتساب الفايروس 3.5 ساعة وفترة كمون من 8 ساعات والمدة الصغرى لوصول اللقاح 10 دقائق. تبقى هذه الحشرات محتفظة بقدرة نقل الفايروس لمدة 9 ايام. الفايروس لا ينتقل إلى بيض الحشرة وذريتها(Bock &Harrison, 1985).

ثمة تكيف لفايروسات الأنواع الأفريقية على الانتقال بكفاءة بواسطة طرز *B. tabaci* الأفريقية في المناطق الجغرافية المختلفة بينما انتقال الفايروسات الاسيوية بواسطة *B. tabaci* الأفريقية يكون ضعيفا والعكس صحيح. هذا يعكس التكيف المتبادل ما بين الفايروسات وعوامل نقلها الحيوي واهمية إنتظام تركيب بروتين الغلاف الناتج من تشابه تتابع AV1.

تتضاعف فايروسات *Geminivirus* في نواة الخلية المصابة حيث يقوم Rep ببدء تضاعف DNA الفايروس من خلال الإرتباط خصوصيا مع إتيرونات (Iterons) ضمن المنطقة البينجينية وإحداث ثلمة في تتابع TAATATT/AC المحافظ . كما يرتبط Rep مع شبيهات نباتية لبروتينات Retinoblastoma protein (Rb) ليقوم بتنظيم تقدم دورة الخلية باتجاه تأخير التخصص لدفع عوامل العائل نحو دعم تضاعف الفايروس. يقوم TrAP بتنشيط التعبير لجينات الفايروس من كلا DNA-A وDNA-B كما يعمل على تثبيط عملية الإخماد الجيني لما بعد النسخ في العائل. ومع أن بروتين Ren ليس اساسيا إلا انه يسرع التضاعف عدة مرات. البروتينات NSP وMP المشفرة من قبل DNA-B ضرورية لدفع بروتينات وDNA الفايروس من السايتوبلازم إلى النواة ومن خلية إلى الخلية المجاورة.

الفايروس يصيب طبيعيا نبات الكازافا *Manihot esculenta* و *Jatropha multifida* من عائلة Euphorbiaceae و*Hewittia sublobata* من عائلة Convolvulaceae و *Laportea (= Fluerya) aestuans* من عائلة Urticaceae. أما تحت ظروف التجربة فهذه الفايروسات ذات مدى عوائلي ضيق حيث تصيب نباتات العائلة الباذنجانية مثل *Nicotiana (benthamiana, clevelandii, debneyi, glutinosa, rustica, tabacum)* و*Datura (ferox, stramonium)*. ويمكن لبعض عزلات

الفايروس إصابة 6 أنواع اخرى من جنس *Manihot* .

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . إزالة النباتات المصابة.

2 . استخدام أقلام خالية من الفايروس في إكثار النبات.

3 . زراعة الأصناف المقاومة والأصناف المقاومة عبر الهندسة الوراثية.

## مرض الموزائيك الذهبي في الفاصوليا
## Bean Golden Mosaic

يعتبر هذا المرض ذو اهمية كبيرة في بلدان امريكا الوسطى والجنوبية وحصل المرض بشكل وبائي سنة 1993 في فلوريدا في الولايات المتحدة. إن الإصابة الشديدة بالمرض يمكن ان تخفض الأنتاج بنسبة تصل إلى 50 % وفي بعض الحالات يمكن ان تؤدي الإصابة إلى القضاء الكامل على الحقول.

النباتات العائلة الرئيسة للفايروس هي الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* و *P. lunatus*. وتيب عزلات مختلفة من الفايروس أنواع من عائلة *Fabaceae* خصوصا الدغل الشائع *Macroptilium lathyroides* وأنواع من *Phaseolus* و*Vigna* و*Calopogonium* وفول الصويا(CABI and EPPO,1996a).

**الممرض (Pathogen)**: يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *Golden mosaic virus* (BGMV) الذي يعود إلى جنس *Begomovirus* من عائلة *Geminiviridae*.

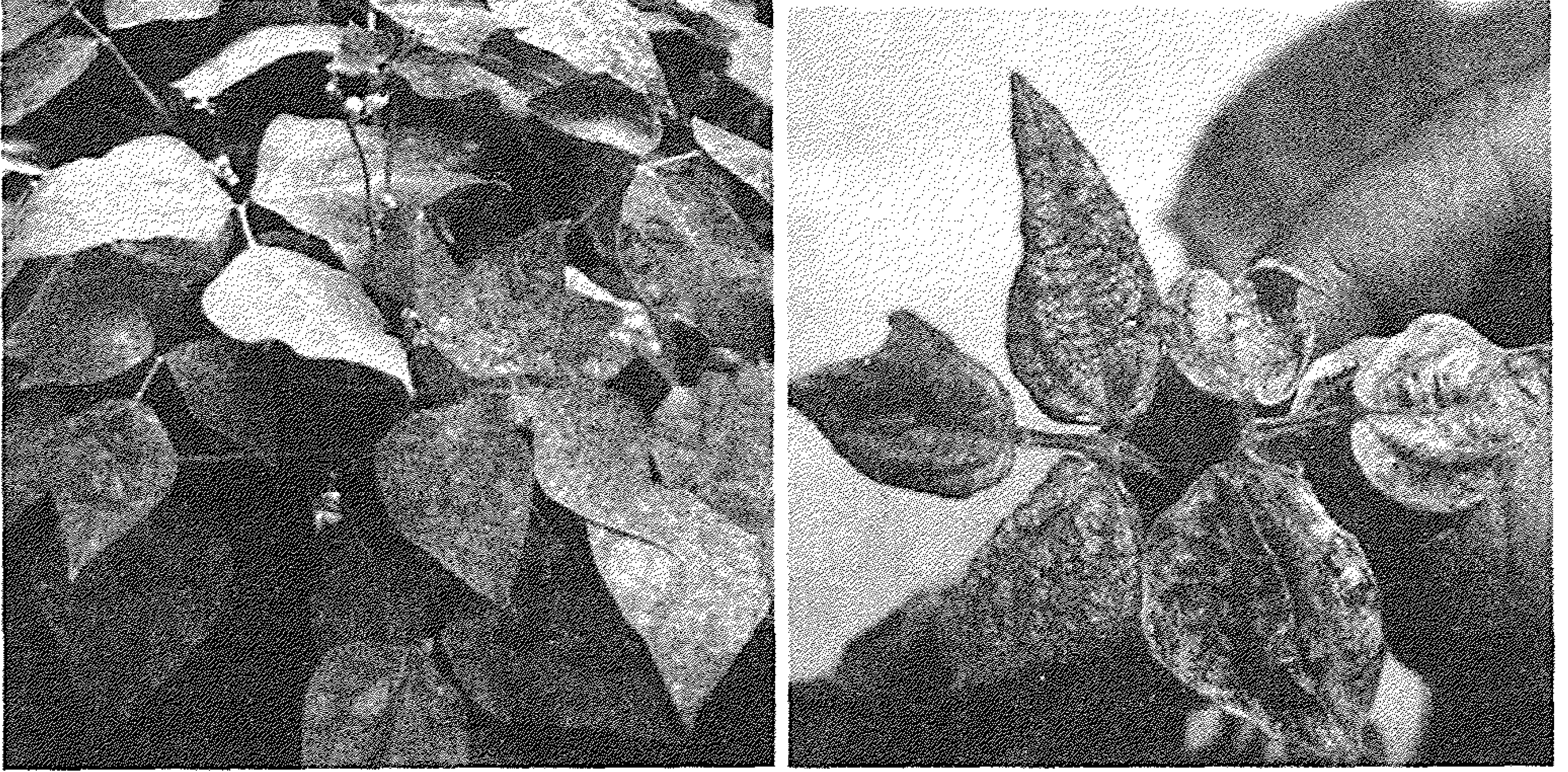
جسيمات الفايروس توأمية تحتوي على ssDNA. تم تحديد الجين المسؤول عن تشفير بروتين غلاف الفايروس وهو ORF على جسيمة DNA 1 سمي IR1(Murayama *et al*.,1991).

لفايروس BGMV عدد من السلالات التي إرتبطت تسميتها بإسم المنطقة التي

شخصت فيها مثل BGMV-BR (البرازيل) وBGMV-DR (جمهورية الدومينيكان) وBGMV-GA (غواتيمالا) وBGMV-PR (بورتوريكا).

## الأعراض (Symptoms)

العرض الأكثر تميزا يتمثل بالموزائيك الأصفر البراق أو الموزائيك الذهبي. وتظهر أعراض التجعد وإلتفاف الأوراق مع تشوه وتقزم النبات (شكل10.9). القرون المصابة تكون مشوهة ومتقزمة وتظهر اعراض الموزائيك، أما الحبوب بداخلها فتكون متلونة، مشوهة ومختزلة الحجم. في الحقل يمكن مشاهدة النبات المصاب محاطا بنباتات سليمة.



شكل 10.9: اعراض الإصابة بفايروس BGMV على الفاصوليا

عن: http://gemini.biosci.arizona.edu/viruses/bgmv/index.htm

## تطور المرض (Development of Disease)

ينتشر الفايروس بواسطة النوع الجديد ذبابة الورقة الفضية البيضاء *(Bemisia*

(*argentifolii* أو ذبابة البطاطا الحلوة البيضاء *Bemisia tabaci* "سلالة B". لهذه الحشرة طيف واسع من النباتات العائلة يشمل مئات الأنواع التي تعود إلى 70 عائلة. تحتاج الحشرة إلى التغذي لمدة 15 إلى 30 دقيقة من اجل إكتساب الفايروس بعدها فترة كمون من 4 إلى 6 ساعات قبل ان تصبح الحشرة ناقلة للفايروس ولمدة 20 يوما أو اكثر علما ان الفايروس لا ينتقل إلى ذرية الحشرة.

يمكن للحشرة إكتساب الفايروس من خلال التغذي على النباتات البرية ونباتات الزينة المصابة وبعض انواع المحاصيل مثل اللهانة والخيار والباذنجان والرقي والباميا وفول الصويا والقرع والطماطة(Pernezny *et al.*,2007).

يمكن أن ينتقل الفايروس بالتلقيح الميكانيكي عدا بعض السلالات من الأرجنين والبرازيل. كما ينتقل بواسطة التطعيم ولكن ليس من خلال الإحتكاك مع النباتات المجاورة. لا ينتقل الفايروس بواسطة البذور ولا حبوب الطلع.

مصدر الإصابة الأولية يتمثل بنباتات الفاصوليا المصابة في الحقل وأدغال العائلة البقولية.

بعد التلقيح بفايروس BGMV تظهر الأعراض بعد 5 – 6 ايام على الأوراق. يتضاعف الفايروس وينتشر في خلايا اللحاء والخلايا المجاورة ومنها إلى النسيج الوسطي للأوراق ويصل تايتر الفايروس إلى قمته بعد 10 – 12 يوما من التلقيح. تطور الأعراض يتأثر بدرجات الحرارة يكون أكثر شدة في درجات الحرارة 27 – 30 مْ منه في 21 – 24 مْ وفي الحالة الأخيرة يمكن أن يتأخر ظهور الأعراض لأسابيع( CABI and EPPO,1996a). من ناحية أخرى بين (Morra & Petty,2000) أن الفايروس BGMV يقتصر انتشاره على نسيج اللحاء في حين يتمكن الفايروس القريب، *tomato golden mosaic virus* من الانتشار إلى النسيج الوسطي في نبات التبغ المتخذ كنموذج للدراسة وذلك لوجود محددات وراثية.

**السيطرة على المرض (Control)**

1. التخلص من الأدغال وإستبعاد المحاصيل الحساسة لحشرة الذبابة البيضاء مثل

الطماطة والقرع والتي تكون مصدرا للفايروس.

2. توقيت الزراعة بحيث لا تصادف البادرات كثافة عالية من الحشرة الناقلة.

3. السيطرة على الحشرة الناقلة(Pernezny *et al.*,2007).

## تجعد اوراق الكوسة

## Squash Leaf Curl

مرض تجعد اوراق الكوسة المتسبب عن الإصابة بفايروس (SLCV) *Squash leaf curl virus* يحدث أعراض التقزم وتجعد أوراق الكوسة (*Cucurbita* spp.). وصف المرض أول مرة سنة 1981 وشخص الفايروس سنة 1983. ينتشر المرض في ولايات كاليفورنيا واريزونا وتكساس في الولايات المتحدة والمناطق المجاورة من المكسيك. كما سجل في بعض المناطق في الأردن(Al-Musa *et al.*,2008).

يصيب الفايروس نباتات الكوسة *Cucurbita pepo* والرقي *Citrullus lanatus* والبطيخ *Cucumis melo* والخيار *Cucumis sativus* كما يصيب نباتات *Cucurbita foetidissima* و *C. maxima* و *C. moschata* و *Cucurbita* spp. البرية. ومع أن فايروس SLCV يصيب نباتات العائلة القرعية ثمة أنواع مقاومة له تعود إلى *Benincasa* و *Lagenaria* و *Luffa* spp. الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* هو النبات الوحيد من غير العائلة القرعية حساس للإصابة(CABI and EPPO,1996c).

الممرض (Pathogen): جسيمات الفايروس (SLCV) *Squash leaf curl virus* توأمية 28 X 22 ن م كما تتواجد جسيمات غير متصلة بقطر 22 ن م وكذلك أعداد قليلة من الجسيمات الثلاثية 53 x 22 ن م والرباعية 7022 x ن م.

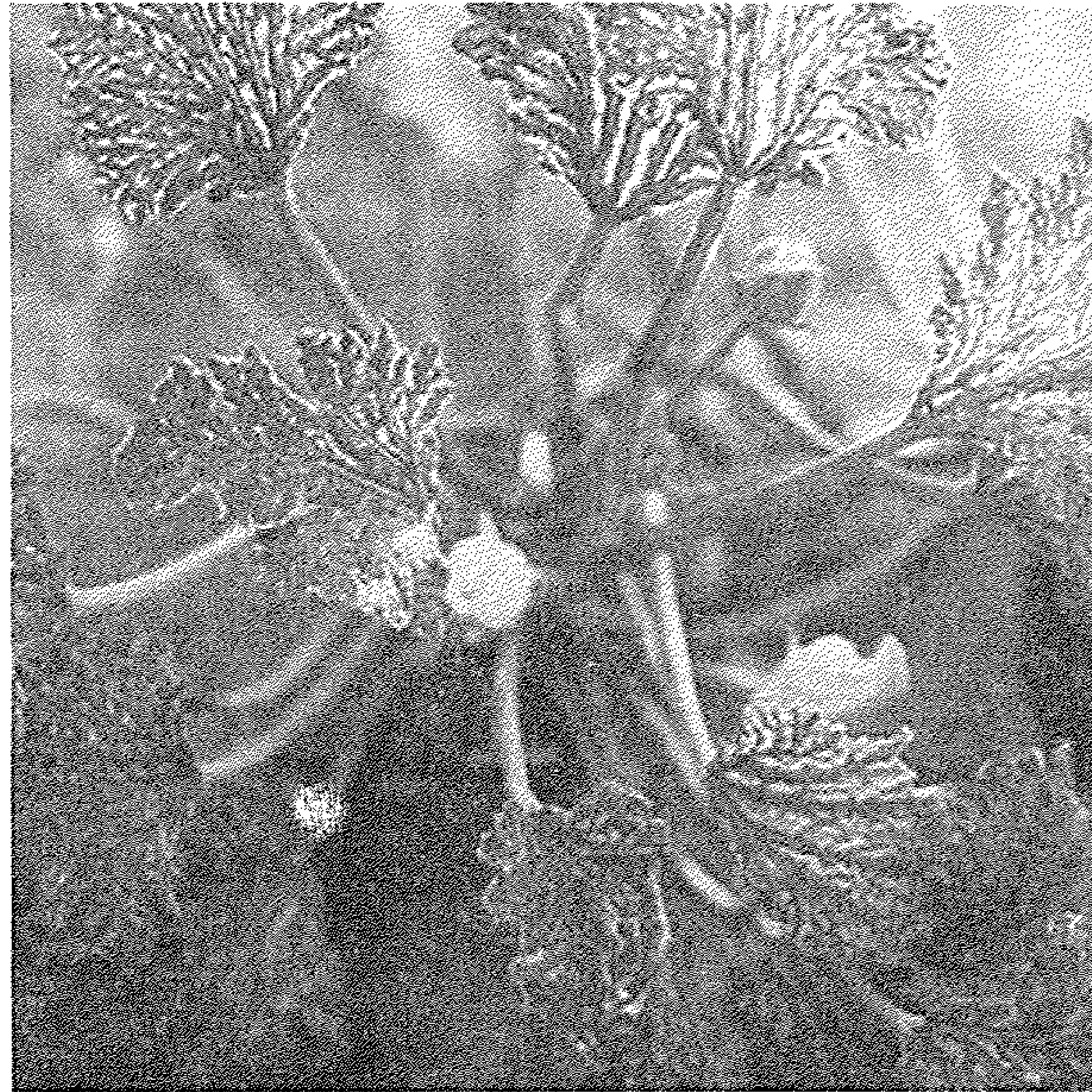
تحتوي الجسيمتين على ssDNA دائرية A و B باطوال متساوية 2600 نت لكل منها(Duffus & Stenger, 1998).

جسيمات الفايروس تتواجد في خلايا الأنابيب المنخلية الناضجة للحاء النباتات المصابة(Hoefert,1987).

يمكن أن تؤدي الإصابة إلى موت النبات ويحصل تخفيض في الإنتاج خصوصا في موسم الزراعة الخريفي حيث تكون حشرة الذبابة البيضاء بآهلات كبيرة. وتسبب العزلات ذات المدى العوائلي الواسع تجعد أوراق شديد وتقزم على نباتات البطيخ (*Cucumis melo*) والرقي (*Citrullus lanatus*).

**الأعراض (Symptoms)**

نبات الكوسة الشتوية *Cucurbita maxima* يظهر أعراض تقزم شديد وتجعد أوراق على النموات الجديدة. وتظهر تحزم العروق وتبرقش الأنسجة ما بين العروق كما تحصل تشوهات على السطح السفلي للأوراق (شكل10.10). أحيانا يحصل فشل في تكوين الأزهار وعقد الثمار أو ان تكون الثمار صغيرة ومشوهة. وتظهر أعراض مشابهة على الكوسة الصيفية *C. moschata* والبطيخ *C. pepo*.



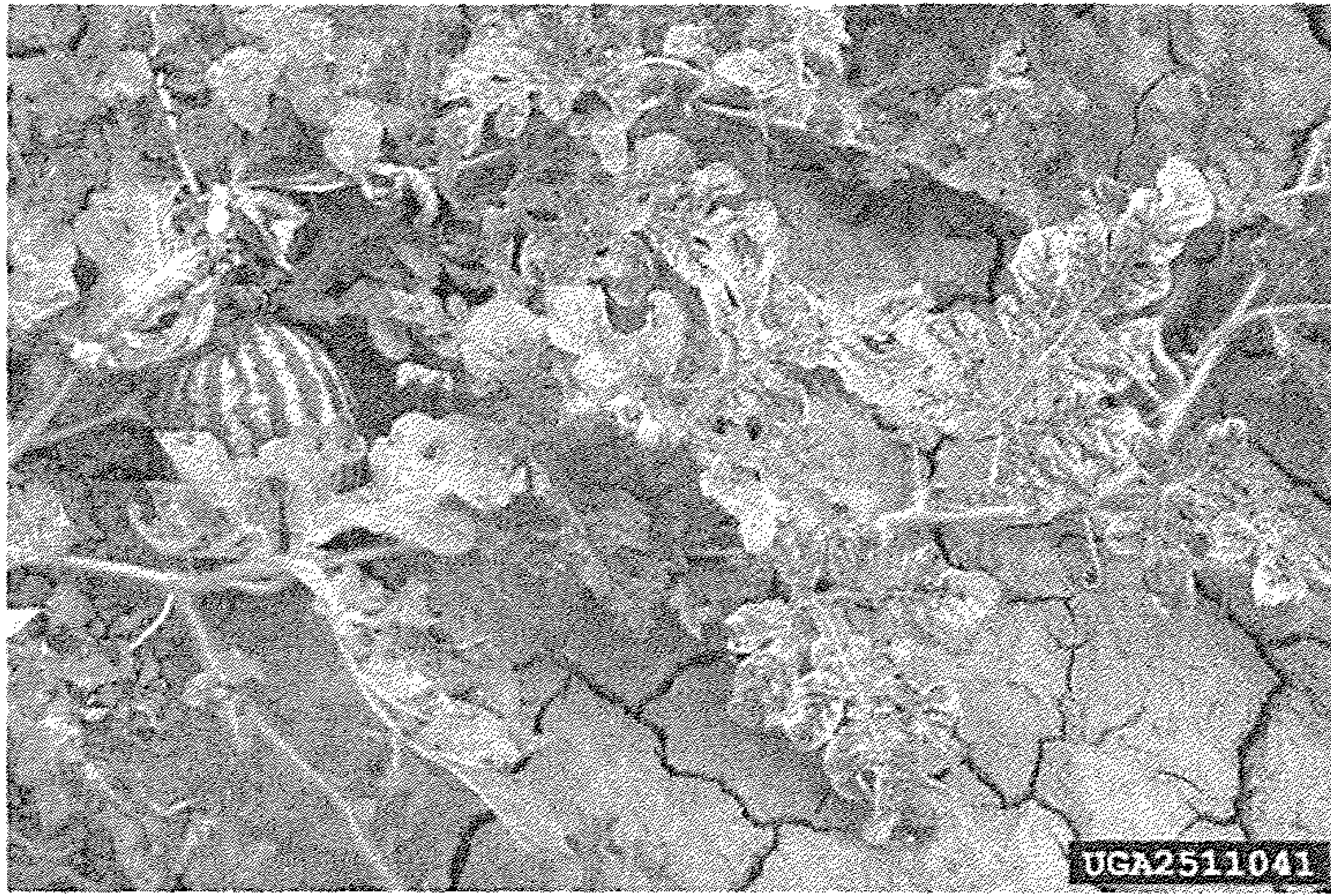
شكل 10.10: أعراض الإصابة بفايروس SLCV على القرع Zucchini (Cucurbita pepo)

عن: Gemini Dedective.The University of Arizona,College of Agriculture and Life Science

**الأنواع المشخصة للإصابة (Diagnostic species)**

الفاصـــــوليا أصـــــناف Tender Crop وTop Crop وEarliwax وMajestic وGreenpak تظهر أعراض موزائيك أخضر جهازية وتشوه العروق مع إلتفاف الأوراق على محورها وتشوهها.

نبات الرقي *Citrullus lanatus* والقرع *Cucumis melo* والخيار *Cucumis sativa* تظهر تجعد وتقزم الأوراق نتيجة الإصابة بالعزلات الواسعة المدى العوائلي SLCV-2 وMLCV وWMCMoV بينما العزلات المحدودة المدى العوائلي لا تحدث ذلك (شكل **10.11**).




شكل 10.11: أعراض الإصابة بفايروس SLCV على نبات الرقي

عن: (David Riley, 2007)

Forestry images. University of Georgia, Bugwood.org

على نبات *Nicotiana benthamiana* تحدث العزلات واسعة المدى العوائلي تجعد وتشوه جهازي للأوراق نتيجة التلقيح الميكانيكي بـ DNA مكلونة أو بواسطة البكتريا *Agrobacterium* (Duffus & Stenger, 1998).

**تطور المرض (Development of Disease):**

ينتقل المرض بواسطة التلقيح بعصارة النبات المصاب إلى بضعة أنواع من العائلة القرعية والبقولية (الفاصوليا *Phaseolus vulgaris*) والباذنجانية ( *Nicotiana benthamiana*). كما تصيب العزلات واسعة الطيف العوائلي أنواع في Euphorbiaceae (*Euphorbia heterophylla*) ومن العائلة الباذنجانية *Datura stramonium* والبقولية *Rhynchosia minima*.

يظهر الفايروس SLCV عزلات تختلف في المدى العوائلي وشدة الإصابة فالعزلات SLCV وSLCV-R وSLCV-E تكون محدودة المدى العوائلي بينما العزلات SLCV-2 وMLCV وWMCMoV تكون واسعة المدى العوائلي.

ينقل الفايروس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء *B. tabaci* بطريقة باقية. فترة إكتساب الفايروس تكون 30 دقيقة تتبع بفترة كمون من 19 – 24 ساعة قبل أن تصبح الحشرة ناقلة للفايروس. لكن أقصى معدل عدوى يكون عند فترة إكتساب من 6 – 24 ساعة وفترة كمون من 24 – 48 ساعة. الحشرة تحتفظ بقدرتها على العدوى لمدة 26 يوما. ومع أن كلا طرازي الحشرة A وB ينقلان الفايروس فإن الطراز A هو الأكفأ(Duffus & Stenger, 1998).

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . مكافحة حشرة الذبابة البيضاء.

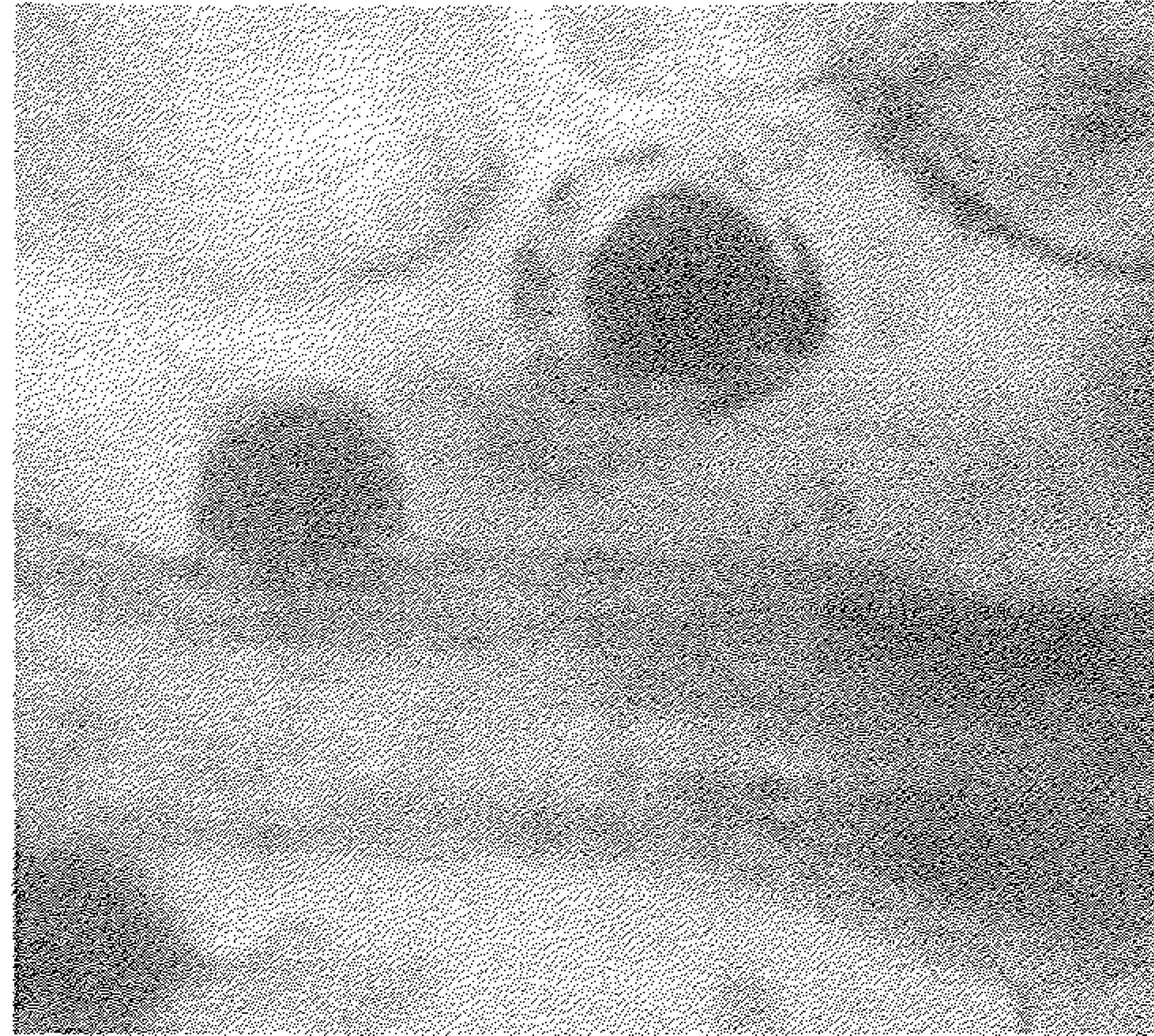
2 . استخدام الأصناف المتحملة أو المقاومة.

## مرض تبرقش الطماطة

## Tomato Mottle

مرض تبرقش الطماطة من الأمراض المهمة على هذا المحصول في فلوريدا وعدد من الولايات المتحدة إضافة إلى المكسيك. أكتشف المرض في فلوريدا سنة 1989 وشخص الفايروس سنة 1992( Simone *et al.*,1990 ; Abouzid *et al.*,1992). إكتسح الفايروس نباتات الطماطة في فلوريدا بنسبة 95 % وتسبب بخسارة

بلغت 125 مليون دولار في موسم واحد. لقد ترافق الوباء مع انتشار حشرة الذبابة البيضاء.



شكل 10.12: المضمنات الخلوية لفايروس ToMoV

عن: (Mark A. Ross,2003)

University of Florida



شكل 10.13: أعراض الإصابة بفايروس ToMoV على نبات الطماطة

عن: Gemini Dedective.The University of Arizona,College of Agriculture and Life Science

**الأعراض (Symptoms)**

تتمثل اعراض المرض بتبرقش أصفر براق على اوراق الطماطة الحديثة مع تجعد الأوراق القديمة إلى اعلى وتقزم وتشوه النمو وأعراض تجعد وتشوه الأوراق على النباتات الأخرى (الأشكال 10.13 و10.14 و10.15).

**الأنواع المشخصة للإصابة ( Diagnostic species)**

نبات *Lycopersicon pimpinellifolium* و*Nicotiana benthamiana* تظهر أعراض التبرقش الجهازي وتجعد الأوراق وتقزم النبات.

نبات *Lycopersicon hirsutum* و*L. peruvianum* موزائيك أصفر جهازي.

*Physalis ixocarpa* إصابة جهازية غير أعراضية( ICTVdB Management, 2006o).

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتشر الفايروس المسبب للمرض بواسطة حشرة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* طراز B بطريقة باقية.

الفايروس يصيب طبيعيا نباتات الطماطة *Lycopersicon esculentum* وتحت ظروف التجربة يمكن ان يصيب انواع تعود إلى العوائل Leguminosae وPapilionoideae وSolanaceae (CABI and EPPO, 2007). ويبدو ان مصدر الإصابات الأولية هي نباتات الطماطة وبعض العوائل المصابة من الموسم السابق.

**الممرض (Pathogen): فايروس ( ToMoV) *Tomato mottle virus*.**

جسيمات الفايروس توأمية متطاولة عشرونية الأوجه 30 X 18 ن م. الجينوم مجزأ إلى قطعتين متشابهتين دائريتين مؤلفة من ssDNA مزدوجة.

تتواجد جسيمات الفايروس في سايتوبلازم ونواة الخلية المصابة التي تظهر المضمنات الخلوية وتكون بشكل حلقات ليفية في النواة (شكل9.12)( ICTVdB Management, 2006o).



شكل 10.14: أعراض الإصابة بفايروس ToMoV على أوراق نبات الطماطة

عن: Gemini Dedective.The University of Arizona,College of Agriculture and Life Science



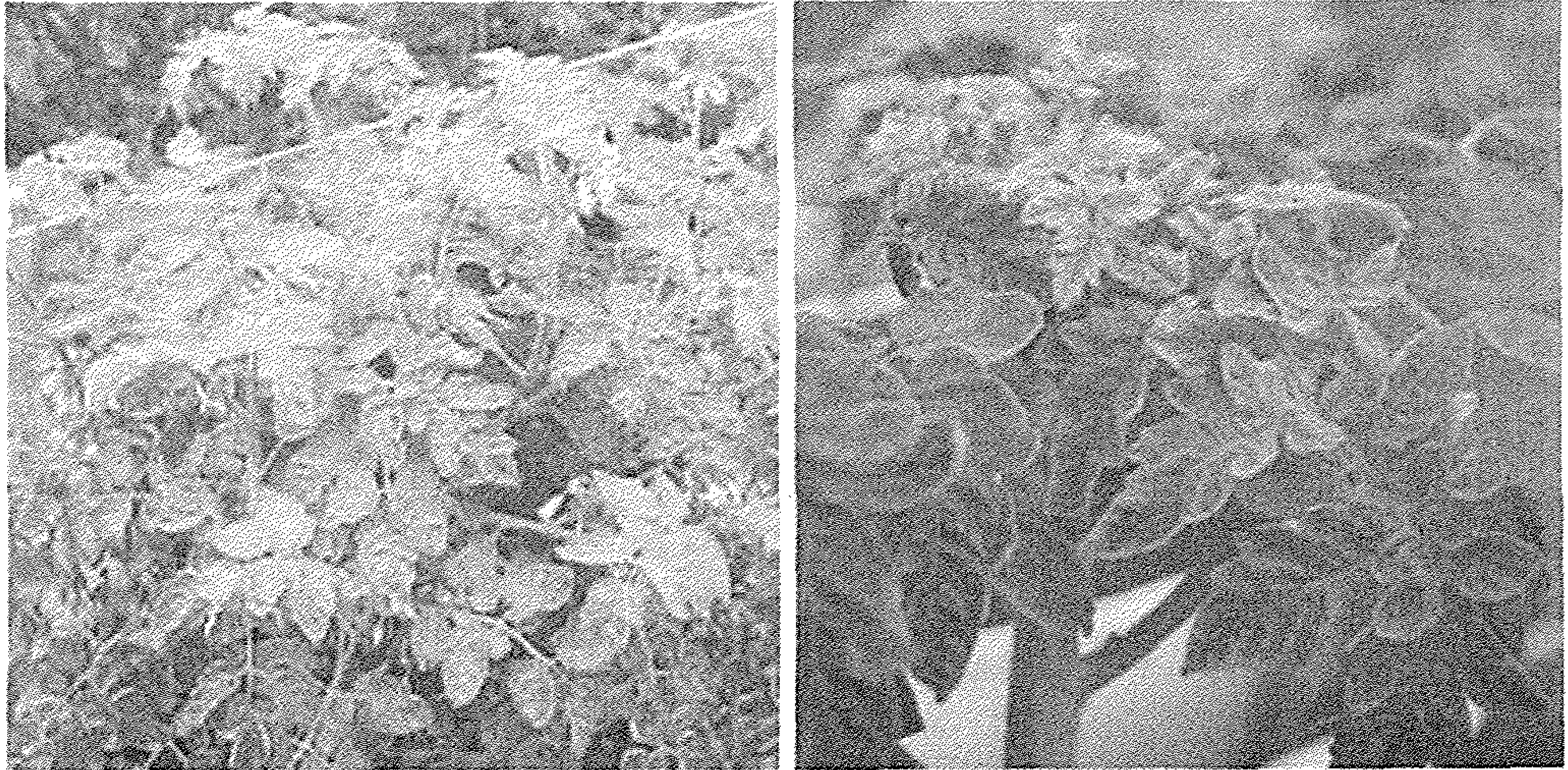
شكل 10.15: أعراض الإصابة بفايروس ToMoV على الفاصوليا(يمين) والداتورا(يسار)

عن: Gemini Dedective.The University of Arizona,College of Agriculture and Life Science

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة شتلات طماطة خالية من الفايروس بعد إستبعاد نباتات الطماطة القديمة المصابة.
2. مكافحة حشرة الذبابة البيضاء علما انها سرعان ما تصبح مقاومة لمعظم المبيدات الكيميائية(Agrios,1997).
3. تنشيط مقاومة النبات بمعاملته بالبكتريا الجذرية المشجعة لنمو النبات (PGPRB) (Murphy *et al*,2000).

## مرض إصفرار وتجعد أوراق الطماطة
## Tomato Yellow Leaf Curl Disease



شكل 10.16: أعراض الإصابة بفايروس TYLCV على الطماطة. أعراض مبكرة(يمين) ومتقدمة(يسار)

عن: (Thomas & Persley, 2007)

المرض كان موجودا في دول شرق المتوسط وتحديدا في فلسطين المحتلة لمدة

40 سنة وأنتقل منها إلى دول البحر الكاريبي كوبا وجمايكا والدومينيكان في ثمانينات القرن العشرين ومنها إلى الولايات المتحدة حيث ظهر سنة 1997(Damsteegt,1999). واصبح المرض من اخطر امراض الطماطة في مختلف بلدان العالم بما فيها منطقة الشرق الأوسط بضمنها العراق وجنوب أوربا واواسط آسيا. بينت احدى الدراسات أن الإصابة المبكرة بالمرض (8 أسابيع بعد نقل الشتلات) تخفض إنتاج الطماطة بنسبة 95 % في حين أن الإصابة المتأخرة (8 – 14 أسبوع) تخفض الإنتاج بنسبة 45 %. وإن خفض الإنتاج يرجع إلى تخفيض عدد الثمار(Polston *et al.*,2007) أو عدد الثمار ووزنها(Thomas & Persley, 2007).

**المرض (Pathogen)**: ***Tomato yellow leaf curl virus***.

جسيمات الفايروس TYLCV توأمية والجينوم مؤلف من ssDNA.

لا تتوفر إختبارات مصولية خصوصية لهذا الفايروس وعليه فإن تشخيصه يتطلب استخدام جهاز PCR حيث يتم الكشف عن DNA الفايروس(Pappu *et al.*,2001).

**الأعراض (Symptoms)**

النباتات المصابة بفايروس TYLCV تكون قصيرة أو متقزمة. الأوراق الحديثة المتكونة بعد الإصابة تكون مختزلة في الحجم. الوريقات تلتف إلى أعلى والى الداخل والأوراق تنحني وتصبح قوية وأكثر سمكا ذات قوام جلدي وتظهر إصفرار ما بين العروق وتتجعد. الأوراق الحديثة تكون مصفرة قليلا والأزهار تبدو طبيعية في حين تصغر الثمار وتجف وتفقد الصفات التسويقية (شكل9.16). النباتات المصابة تكون متفرقة أو في رقع ضمن الحقل.

**تطور المرض (Development of Disease)**

ينتقل فايروس TYLCV بواسطة البذور والتربة وخلال التعامل مع النباتات

المصابة. ويبقى الفايروس في النباتات المصابة والتي لا يظهر بعضها أعراض المرض. النقل الفعال للممرض يتم حصريا بواسطة حشرة الذبابة البيضاء طراز B (ذبابة الورقة الفضية البيضاء). هذه الحشرة من الآفات الخطيرة على الطماطة وغيرها من محاصيل الخضروات. إن بالغات الحشرة هي التي تقوم بعملية نشر الفايروس بطريقة باقية حيث تتمكن من ذلك طيلة حياتها. مدة إكتساب الفايروس تتم بعد 15 دقيقة من التغذي على النبات المصاب ثم تتغذى على عائل آخر لمدة 15 – 30 دقيقة لنقل الفايروس. وبالطبع كفاءة النقل تتناسب طرديا مع طول فترة التغذي كما ان الأعداد الهائلة للذبابة البيضاء تزيد من سرعة انتشار الفايروس(Thomas & Persley, 2007).

درس (Noris *et al.*,1998) أهمية الحماض الأمينية في بروتين الغلاف لفايروس TYLCV في الإصابة الجهازية وتكوين جسيمات الفايروس والنقل بواسطة الحشرة.

بين (Gottlieb *et al.*,2010) أن نقل هذا الفايروس يعتمد على بروتين 63 ك د هو GroEL ينتج من قبل بكتريا داخلية التعايش في الحشرة *B. tabaci* طراز B. الحشرة *B. tabaci* طراز B تأوي البكتريا *Hamiltonella* بينما *B. tabaci* طراز Q تأوي البكتريا *Wolbachia* و*Arsenophonus*. كلا الطرازين يأويان المتعايشين الداخليين الأوليين المجبرين *Rickettsia* و*Portiera*. البروتين المكون من قبل *Hamiltonella* يتفاعل مع بروتين الغلاف للفايروس TYLCV لكن البروتين المكون من قبل *Rickettsia* و*Arsenophonus* لا يتفاعل. هذه النتيجة تفسر كفاءة الحشرة *B. tabaci* طراز B في نشر الفايروس مقارنة بطراز Q غيرالكفوء.

إن الأجواء الحارة الجافة تشجع تكاثر الحشرة الناقلة وبالتالي تساعد على انتشار الفايروس بينما تقل كثافة الحشرة الناقلة بعد زخات المطر الشديدة. وفي الظروف الإعتيادية تحوم حشرات الذبابة البيضاء فوق المحصول خلال النهار أو أنها تحمل بواسطة الرياح إلى مسافات بعيدة. اما في الليل فإنها تستقر على السطوح السفلية للأوراق. تختلف نسب الإصابة ليس حسب الموسم بقدر إختلافها حسب المنطقة التي ينمو فيها المحصول. بعض المحاصيل كالتبغ يمكن أن يصاب دون ظهور الأعراض عليها وبالتالي يمكن ان يكون هو وبعض الأدغال المصابة مثل Jimsonweed مصدرا للعدوى، علما ان الفايروس يمكن ان يصيب نباتات تعود إلى 5

عوائل نباتية(Cerkauskas,2004).

**السيطرة على المرض (Control)**

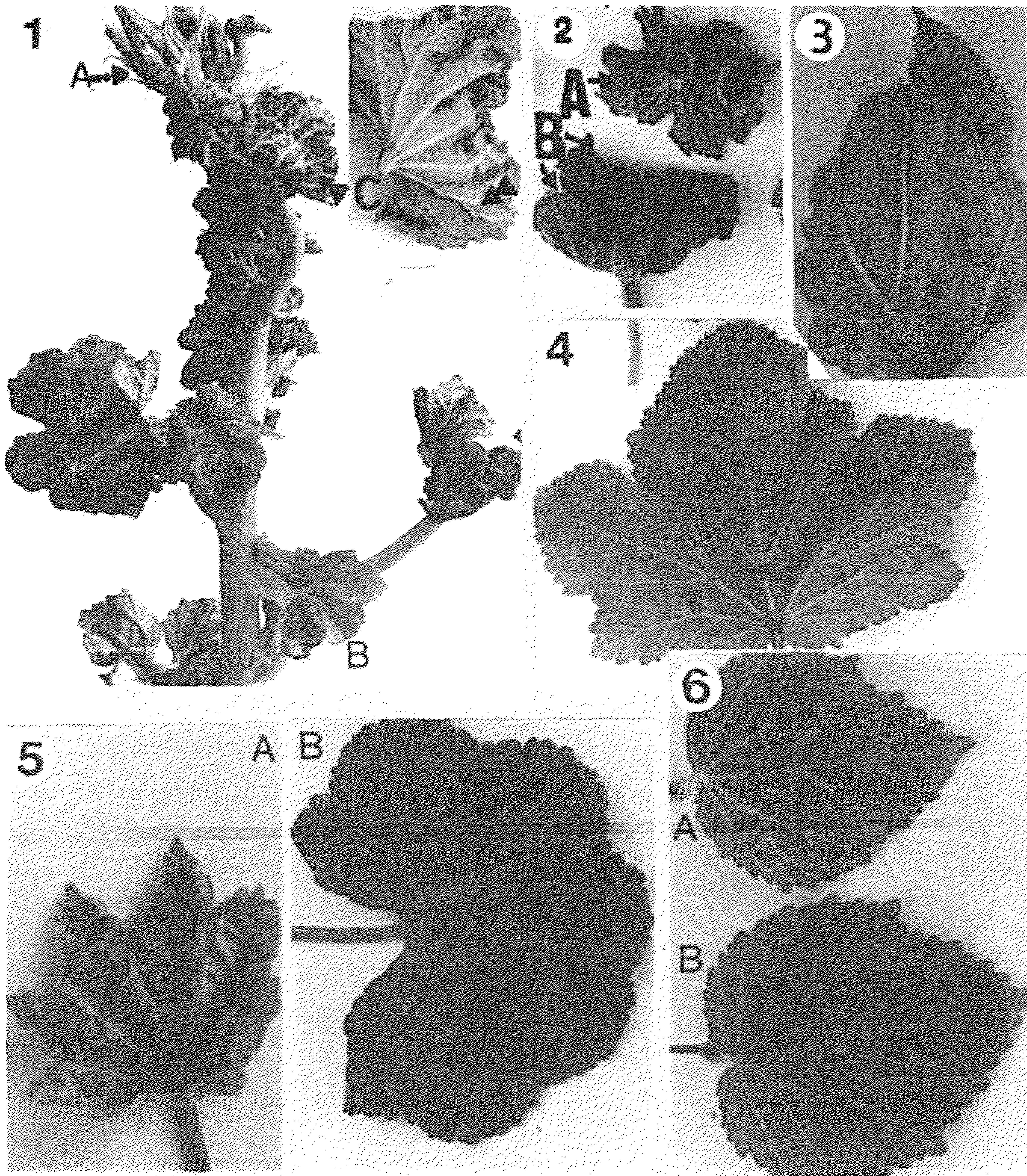
1. استخدام الشتلات الخالية من الفايروس والذبابة البيضاء. ويمكن تحقيق ذلك بتغطية مصاطب الشتلات بنايلون مشبك لمنع وصول الحشرة الناقلة.
2. التخلص من نباتات الطماطة القديمة والأدغال.
3. مكافحة الحشرة الناقلة برش السطوح السفلية للأوراق بمحلول الصابون للقضاء على البالغات وباستخدام المبيدات الكيمياوية علما أن الحشرة مقاومة لمعظم المبيدات(Thomas & Persley, 2007; Cerkauskas,2004).
4. ثمة ابحاث جارية لتقييم المكافحة الحيوية للحشرة الناقلة للفايروس بواسطة المفترسات (*Dicyphus hesperus*) والمتطفلات (*Encarsia formosa*) والفطر *Beauveria bassiana*(Labb *et al*,2009).

## فايروس تجعد أوراق الباميا
## *Okra leaf curl virus* (OLCV)

تصاب نباتات الباميا *Abelmoschus esculentus* (أو *Hibiscus esculentus*) بعدد من الفايروسات بضمنها فايروس تجعد أوراق الباميا *Okra leaf curl virus* (OLCV) وفايروس إصفرار العرق والموزائيك Yellow vein mosaic virus (OYVMV) وفايروس موزائيك الباميا Okra mosaic virus (OKMV) (Fajinmi & Fajinmi,2010; Kucharek,2004).

**الممرض (Pathogen)**: *Okra leaf curl virus*(OLCV). الفايروس من جنس *Begmovirus*، جسيمات الفايروس توأمية، الجينوم ssDNA دائري، أحادي أو ثنائي التجزؤ.

ينتقل الفايروس بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* ويصيب عدد من نباتات ذوات الفلقتين.




شكل 10.17: (1) نباتات باميا صنف Viga مصابة طبيعيا بفايروس OLCV تظهر قرون الباميا المشوهة(A) وشيخوخة الأوراق قبل الأوان(B) وتثخن ونخر العروق(C). (2)الأعراض على أوراق الباميا السطح السفلي(A) والسطح العلوي(B). (3) أعراض تضخم وتثخن العروق على أوراق الباميا المصابة طبيعيا بفايروس OLCV. (4) ورقة نبات بامية سليمة. (5) أعراض الإكماش والشكل الكأسي على نبات الدغل *Malva parviflora* المصاب طبيعيا بفايروس OLCV (A) وورقة سليمة(B). (6) ورقة نبات بامية مصاب بفايروس OLCV عن طريق التلقيح بالذبابة البيضاء تظهر أعراض شفافية العروق والإصفرار(A) وورقة سليمة(B)

عن: (Ghanem,2003)

المدى العوائلي لفايروس OLCV يشمل إضافة إلى الباميا القطن المصري *Gossypium barbadense* والطماطة والتبغ *Nicotiana tabacum* cv. Havana ونباتات الأدغال *Amaranthus retroflexous* و*Malva parviflora*. بينما لم تنجح لذبابة البيضاء في نقل الإصابة إلى نباتات *Datura stramoniu* والفاصوليا والبطاطا والخيار والكوسة *Cucurbita pepo*.

**الأعراض (Symptoms)**

أعراض الإصابة بفايروس OLCD كانت شديدة على نباتات الباميا من صنفي Viga والحساوي (بلدي) المزروعة في الحقل أو في الأنفاق البلاستيكية وصنفي South Seed وKlimthon المزروعة في الأنفاق البلاستيكية في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية خلال الربيع وبداية الصيف. تمثلت الأعراض بالتقزم الشديد والشل في تكوين القرون الطبيعية. الأوراق تشيخ قبل الأوان وتتجعد وتتثخن يتبع بنخر العروق الصغيرة. مع تطور المرض تلتف حواف الأوراق إلى الداخل وتنكفيء الأوراق إلى الأسفل مع إصفرار العروق على السطح السفلي (شكل9.17). وحسب الباحث (Ghanem,2003) فإن جميع أصناف الباميا حساسة للإصابة وأعراضها نموذجية لفايروسات *Begmovirus* كما تظهر على القطن في مصر والسودان والباميا في باكستان وكذلك على الفلفل والطماطة.

تلعب نباتات الأدغال *Amaranthus retroflexous* و*Malva parviflora* دورا مهما في نشر الفايروس في الحقل والأنفاق البلاستيكية.

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . مكافحة حشرة الذبابة البيضاء.

2 . إزالة الأدغال القابلة للإصابة بالفايروس.

# الفصل الحادي عشر Chapter 11

# الأمراض المتسببة عن فايروسات DNA احدية الشريط متناظرة الأبعاد

# Diseases Caused by Isometric ssDNA Viruses

تسبب مجموعة من الفايروسات المتناظرة الأبعاد التي يتالف جينومها من ssDNA مجزأ وجسيماتها صغيرة الحجم 18 – 22 ن م مجموعة من الأمراض. هذه الفايروسات هي *Banana bunchy topvirus* و*Subterrenian clover stunt virus* و*Coconut foliar virus* و*Fabia bean necrotic yellows virus*. تنتقل هذه الفايروسات بواسطة حشرات المن بطريقة باقية(Agrios,1997).

## مرض تعنقد قمة الموز

## Banana Bunchy Top Disease

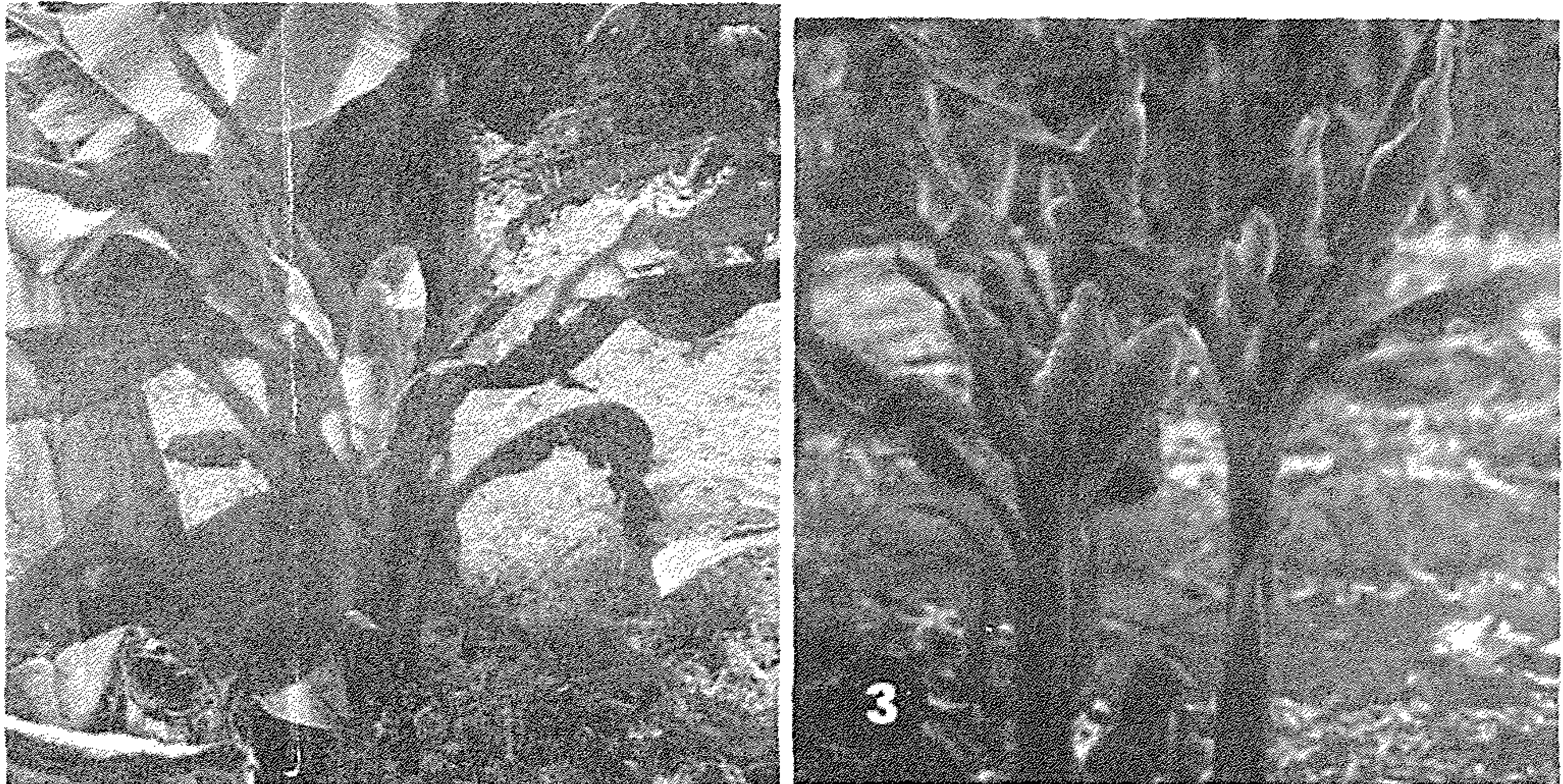
من اهم امراض الموز الفايروسية وكان قد سجل في جزر فيجي في المحيط الهادىء سنة 1889 وهو ينتشر في جزر المحيط الهادىء وجنوب شرق آسيا والهند وفي افريقيا ومناطق زراعة الموز الأخرى عدا مناطق امريكا الوسطى والجنوبية. يمكن ان يسبب المرض تخفيض الحاصل بنسبة تزيد عن 95 %( Ferreira *et al.*,1997).

الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن الإصابة بفايروس *Banana bunchy topvirus* (BBTV). جسيمات الفايروس متساوية الأبعاد (Isometric) 18 –

20 ن م . الجينوم يتالف من ssDNA دائري مجزأ إلى 3 اجزاء، الأول طوله 1300 نت والثاني 1300 نت ايضا والثالث 1171 نت(Brunt *et al.*,1996).

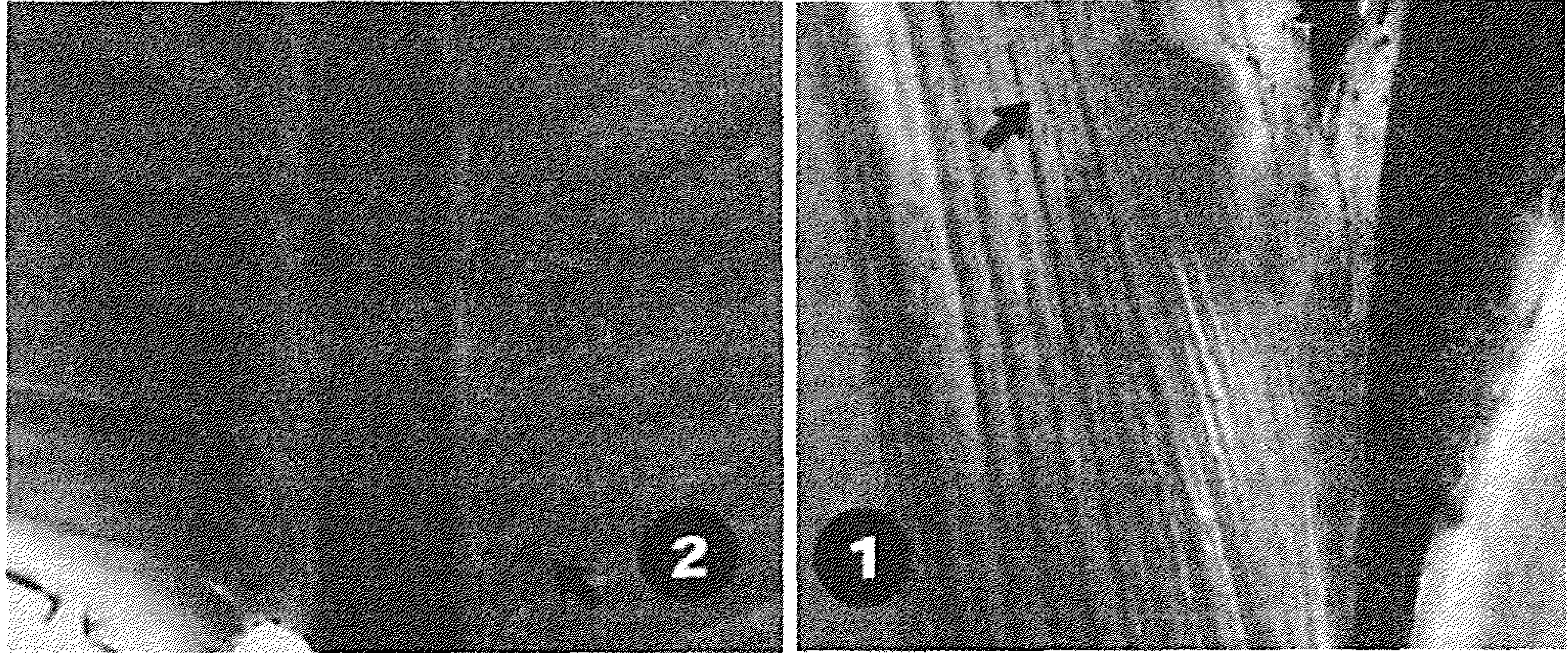
## الأعراض (Symptoms)

تظهر الورقتين الأولى والثانية بعد الإصابة إصفرار الحواف اما الورقة الثالثة فتكون مختزلة الحجم واكثر إصفرارا وذات حواف متموجة منحنية إلى أعلى. العرض الأول الذي يميز الإصابة بهذا الفايروس هو ظهور خطوط خضراء داكنة حول العرق الوسطي في الجزء السفلي من الورقة وعنق الورقة وقد أطلق عليه " تخطيط شفرة مورس " كونه يتألف من نقاط وخطوط غير منتظمة. كما تظهر على نصل الورقة إمتدادات خضراء داكنة معكوفة النهاية تشبه الخطافات لعروق النصل نهاياتها المعكوفة تتجه نحو قاعدة الورقة. هذه يمكن ان تشاهد بوضوح عند وضع الورقة مقابل ضوء الشمس(شكل 11.1 و11.2).




شكل 11.1: نباتات موز حديثة مصابة بفايروس BBTV(يمين) وفسيل مصاب(يسار)

عن: (Ferreira *et al.*,1997) و(Jackson & Wright, 2005)




شكل 11.2: الأعراض المبكرة المميزة لإصابة الموز بفايروس BBTV بشكل خطوط خضراء داكنة على ساق الورقة أو العنق (1) وتكوين الخطوط الداكنة بشكل خطافات قرب العرق الوسطي وتتجه نحو قاعدة الورقة(2)

عن: (Ferreira *et al.*,1997)

ويمكن ان تحصل شفافية العروق. في المراحل المتقدمة من المرض تصبح النباتات متقزمة وقمة نموها تكون متوردة تظهر اوراق قصيرة، ضيقة قائمة معطية شكل الحزمة أو العنقود. هذه الأوراق تكون سهلة التكسر وتتقصف. حواف الأوراق تكون مصفرة ويتحول لونها إلى البني وأخيرا تبدو كانها محروقة. جذور النباتات المصابة تكون ضعيفة ومتعفنة(Jackson & Wright, 2005; Ferreira *et al.*,1997).

### تطور المرض (Development of Disease)

عند زراعة فسائل غير مصدقة يمكن ان تظهر الإصابة في 20 % منها خلال السنة الأولى وإذا لم يتم التخلص من النباتات المصابة ينتشر المرض بسرعة وخلال 2 - 3 سنوات يصبح مدمرا للمحصول. النباتات المصابة مبكرا لا تحمل أية ثمار كما ان الفسائل النامية منها تكون مصابة ايضا.

يتضاعف فايروس BBTV وتوجد جسيماته في عصارة لحاء نباتات الموز المصابة. ينتشر الفايروس في الحقل بواسطة حشرة من الموز *Pentalonia nigronervosa*. وينتشر الفايروس من منطقة إلى أخرى أو عبر البلدان بواسطة الفسائل المصابة. الحشرة تكتسب الفايروس بعد التغذي على النباتات المصابة لمدة لا تقل عن 4 ساعات (عادة 18 ساعة) وتتمكن البالغات من نشر العدوى طيلة حياتها لمدة 15 – 20 يوما.

الحشرة تتمكن من تلقيح النباتات السليمة بالفايروس عند التغذي عليها لمدة 15 دقيقة على الأقل (عادة ساعتين) وتظهر الأعراض بعد 30 يوما من التلقيح بالفايروس(Ferreira *et al.*,1997).

**السيطرة على المرض (Control)**

1. زراعة الفسائل الخالية من الفايروس.
2. مكافحة الحشرة الناقلة بواسطة محاليل الصوابين التي تتميز بعدم سميتها للأشخاص العاملين والطيور، وتتوفر تجاريا صوابين قاتلة للحشرات. ويمكن استخدام المبيدات الكيميائية ايضا.
3. التخلص من النباتات والفسائل والرايزومات المصابة.
4. الحجر الزراعي لمنع دخول النباتات أو الأجزاء المصابة(Ferreira *et al.*,1997).

# الفصل الثاني عشر Chapter 12

# الأمراض الفايرويدية

## Viroid Diseases

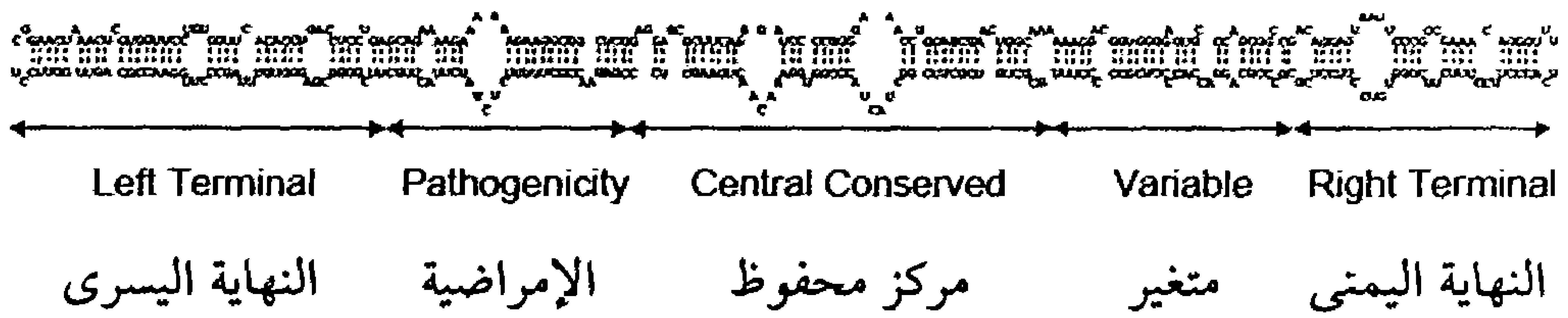
تم التعرف على الأمراض الفايرويدية في فترة حديثة ليس قبل سنة 1971 من قبل O. T. Diener بعد معرفة مسبب مرض الدرنة المغزلية على البطاطا في نهاية الستينات وبداية السبعينات من القرن العشرين.

تتسبب هذه المجموعة من الأمراض عن كائنات تحت- فايروسية هي الفايرويدات (Viroids) وتسميتها هي مصغر الفايروسات وتتألف من حامض نووي رايبوزي RNA حلقي ذو حجم جينوم منخفض (239 – 401 نت) وغير محفوظ بغشاء أو غلاف وكتلتها بحدود 000 130 دالتون. كما انها تفتقد نشاط mRNA المطلوب في حالة الفايروسات وتختلف عن الفيروسات التابعة (Satellite Viruses) بعدم حاجتها إلى فايروسات مساعدة من اجل التضاعف أو الحركة (الانتقال)( Hammond & Owens, 2006). يمكن القول أن الفايرويدات هي جزيئات RNA عارية معدية. جزيء الحامض النووي هذا لا يشفر لأي بروتين على خلاف RNA الفايروس.

وبسبب صغر جينومها لا تتمكن الفايرويدات من تكوين أي من البروتينات بما فيه الإنزيم RNA Replicase المطلوب من اجل نسخ الحامض النووي للفايرويد. ولكونها توجد بشكل RNA حرة وليس بشكل بروتينات نووية كما هي الفايروسات يجعل رؤيتها بالمجهر الإلكتروني غاية في الصعوبة. وللسبب نفسه تظهر الفايرويدات أعلى معدلات للطفرة الوراثية مقارنة بجميع الكائنات الحية الأخرى حيث تصل إلى 1 / 400 مقارنة بمعدل الطفرات البكتيرية التي تكون بمعدل منخفض يبلغ $1 X 10^{-14}$

هذا ما تبين باستخدام فايرويد *Chrysanthemum chlorotic mottle viroid* (Gago *et al.*,2009).

الفايرويدات وهي بشكل ssRNA دائري تعمل إزدواجات مكثفة لأجزاء من الشريط مما يعطيها منظر دبوس الشعر بتعاقب مناطق مفردة ومضاعفة الشريط. إن هذا التركيب يكسب الجينوم شيئا من الثبات المفقود نتيجة عدم وجود الغشاء البروتيني.




شكل 12.1: تتابع الجينوم لسلالة متوسطة من *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd)

عن: (Hammond & Owens, 2006)

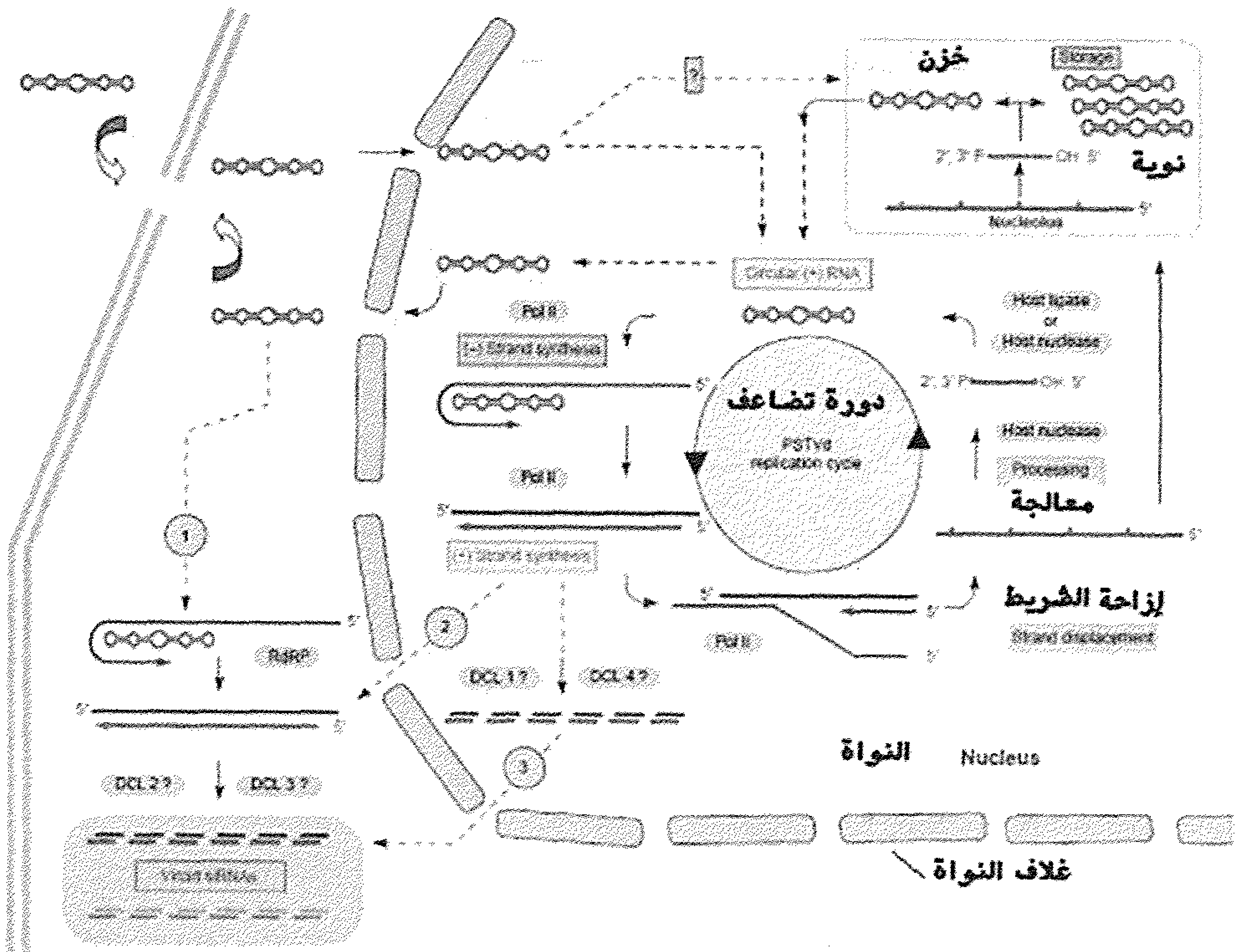
من الشكل 12.1 يظهر ان الفايرويد يتكون بشكله الثنائي الشريط من 5 مناطق تركيبية: النهاية اليسرى ومنطقة الإمراضية ومنطقة مركزية محفوظة ومنطقة متغيرة ونهاية يمنى. النهايتين اليسرى واليمنى ومنطقة الإمراضية مسؤولة عن قدرة الفايرويد على إحداث المرض والتضاعف وشدة الأعراض. والصفة الأخيرة يمكن ان تتغير نتيجة تغير في واحد أو أثنين من القواعد في هذه المناطق. بينما لا تعرف فعالية المنطقتين الأخرتين(Agrios,1997).

تتضاعف الفايرويدات من عائلة *Pospiviroidae* في النواة وتتراكم في النوية في حين أن الفايرويدات العائدة لعائلة *Avsunviroidae* تتراكم وربما تتضاعف في البلاستيدات الخضراء. أنواع كلتا المجموعتين تستخدم آلية الدائرة المتدحرجة (Rolling-Circle) في التضاعف مستخدمين إنزيمات العائل RNA polymerase المعتمد على DNA.

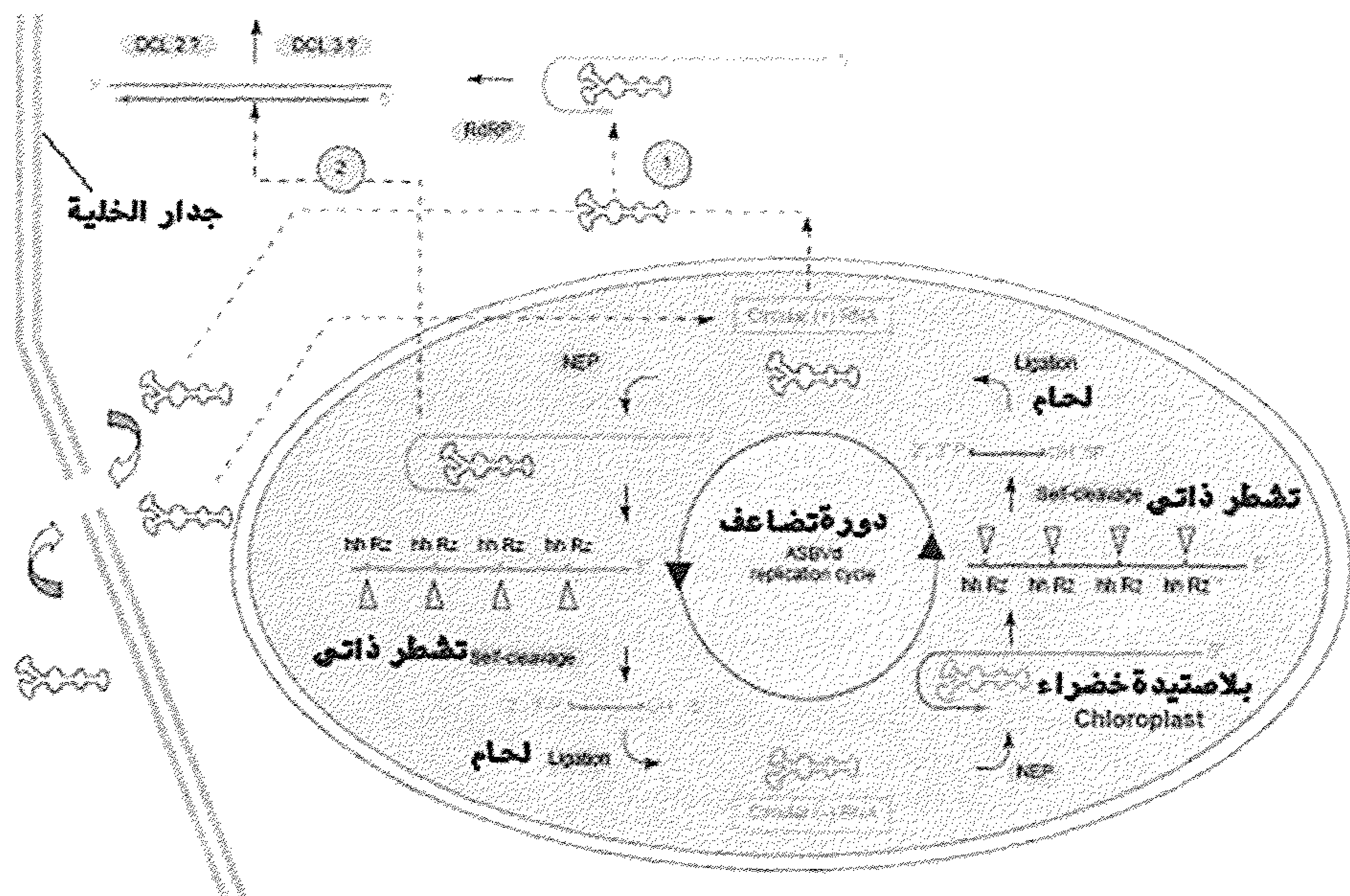
إن تضاعف الفايرويد يتطلب وجود 3 نشاطات إنزيمية هي RNA polymerase وRNAse وRNA ligase. ثمة نوعين من التضاعف يحصل في الفارويدات تعتمد آلية الدائرة المتدحرجة المتناظرة (عائلة *Avsunviroidae*) وآلية الدائرة المتدحرجة غير المتناظرة (*Pospiviroidae*) (شكل12.2). في الأولى شريط + RNA الموجب الدائري المعدي للفايرويد يعمل كسقالة أو قالب لعمل شريط كبير خطي سالب متعدد بواسطة انزيم العائل RNA pol II. في النوع الثاني من التضاعف يتم نسخ شريط موجب من الشريط السالب الطويل. يقوم إنزيم RNAse العائل بتشطير الشريط الموجب إلى أطوال وحدات الفايرويد. بعد ذلك تلتحم نهايتي الشريط لتكون الجينوم الدائري للفايرويد. في النوع الأول يتشطر شريط RNA السالب ذاتيا بنشاط Ribozyme المرافق له.

الرايبوزيم هو جزيئة RNA محفزة أي ذات نشاط إنزيمي وهي من الحالات القليلة التي تعمل فيها جزيئات RNA كانزيمات (حيث ان الغالبية العظمى من الإنزيمات هي بروتينات بالأساس). بعد ذلك تتحلق القطع لتشكل دائرة سالبة. الدورة الثانية من التضاعف تنتج شريط خطي موجب يشطر ثانية بوسطة Ribozyme ثم تلتحم نهايتي الشريط لتشكل الجينوم الدائري.

يمكن ان يكون ثمة اكثر من آلية لإمراضية الفايرويدات. أحد هذه الآليات ترجع إلى أن RNA الفايرويد ينشط Protein kinase ينشط بالـ RNA أو PKR للعائل (وهو مشابه إلى إنزيم PKR المنشط بـ RNA الفايروس في خلايا اللبائن). هذا يؤدي إلى تخفيض تخليق البروتينات ويحدث الحالة المرضية. هذا يتوضح في حالة فايرويد الدرنة المغزلية في البطاطا حيث تترافق إمراضية العزلات مع قدرتها على تنشيط PKR خارج الجسم الحي(Heaphy,1996). إستعرض (Owens & Hammond,2009) آليات الإمراضية المحتملة للفايرويدات وناقش المكونات التركيبية المتحكمة بالإمراضية والتآثر بين الفايرويد والبروتين كمحفز لتكوين الأعراض وإستجابة العائل للإصابة الفايرويدية ودور إخماد RNA في الإمراضية وبين الحاجة لمزيد من الدراسات من أجل الإحاطة بهذا الموضوع.



خزن
Storage
نوية
Nucleolus
Circular (+) RNA
Pol II
(+) Strand synthesis
Host ligase
or
Host nuclease
دورة تضاعف
PSTVd
replication cycle
Host nuclease
Processing
معالجة
(-) Strand synthesis
إزاحة الشريط
Strand displacement
RdRP
DCL 1 ?
DCL 4 ?
DCL 2 ?
DCL 3 ?
النواة
Nucleus
غلاف النواة

DCL 2 ?
DCL 3 ?
RdRP
جدار الخلية
Circular (+) RNA
NEP
Ligation
لحام
تشطر ذاتي
Self-cleavage
hh Rz
دورة تضاعف
ASBVd
replication cycle
بلاستيدة خضراء
Chloroplast
Circular (-) RNA

شكل 12.2: مخطط تضاعف العائلتين الرئيستين من الفايرويدات *Pospiviroidae* و*Avsunviroidae* والمسارات المحتملة لجزيئات RNA القصيرة المتداخلة (siRNAs). فايرويد PSTVd يتضاعف في النواة: يتخذ الجينوم الدائري الأحادي للفايرويد تركيبا ثانويا عصويا (لون أحمر) ينقل إلى النواة وينسخ من قبل RNA Pol II المعتمد على DNA للعائل (Pol II) بآلية الدائرة االمتدحرجة إلى RNA متمم مضاعف يسمى (−)RNA (لون أزرق) على الرغم من كون (+)RNA لا يستخدم هنا كقالب نسخ. ثم ينسخ (−)RNA ثانية بواسطة Pol II إلى (+)RNA مضاعف الذي يعالج ليحول إلى وحدات RNA احادي دائري للفايرويد (جينوم). كما ينقل (+)RNA المضاعف إلى النوية أيضا من أجل المعالجة. تمتلك أنواع العائلة *Avsunviroidae* تركيبا ثانويا بدرجات تفرع مختلفة. فايرويد ASBVd النوع النموذجي لعائلة *Avsunviroidae* (لون أخضر) يتضاعف في البلاستيدات الخضراء حيث تنسخ الـ RNA للفايرويد بواسطة RNA polymerase مشفر من نواة العائل. على عكس ما يحصل مع فايرويد PSTVd تحول (−)RNA المضاعف إلى وحدات دائرية احادية لذلك يسمى هذا النوع من التضاعف 'متناظر'. كما تختلف ايضا بالتشطير الذاتي للشريط المضاعف من (+)RNA و(−)RNA بواسطة قطاع رأس المطرقة. إن دورات التضاعف لكلا العائلتين من الفايرويدات (لا يجب أن تفسر كإصابة مشتركة في الخلية نفسها) تؤدي إلى تراكم siRNAs خصوصية للفايرويد. الخطوط المتقطعة تمثل مسارات إفتراضية: المسارات الإفتراضية المرقمة 1 – 3 تفسر كيف أن siRNA يمكن أن تتحرر من مصادر مضاعفة الشريط.

عن: (Tabler & Tsagris, 2004)

كبقية الأشكال الفايروسية المعدية يجب أن ينتشر الفايرويد في العائل من أجل تحقيق الإصابة. عند وجود الفايرويد في الخلية العائلة يجب أن يتحرك أما إلى النواة أو إلى البلاستيدة الخضراء، بعدها يجب أن ينجح في التضاعف وبسرعة كافية لتجنب دفاعات العائل. الخطوة التالية هي غزو الخلايا المجاورة أو الأنسجة الأبعد وأخيرا الانتقال إلى نباتات جديدة غير مصابة. في الفايروسات يحصل ذلك بواسطة عدد من البروتينات المشفرة من قبل الفايروس. إن RNA الفايرويد يجب أن يتحرك بدون

مساعدة بروتينات مشفرة من قبله كونه يفتقد هذه القدرة كما اشرنا سابقا. ومع ان الشكل الدائري والتركيب الثانوي لـ RNA الفايرويد يكسبه بعض الحماية فإن إشارات RNA يجب أن تلعب دورا هنا. الحركة من خلية إلى خلية تتم عن طريق الروابط البلازمية. ويبدو ان RNA الفايرويد توظف بعض بروتينات العائل لهذا الغرض. الحركة البعيدة للفايرويدات ضمن النبات تتم بواسطة نسيج اللحاء لكن PSTVd لا تغزو النسيج المرستيمي للقمة النامية. في اللحاء يتكون معقد رايبونيكليوبروتين بين فايرويد HSVd وبروتين اللحاء 2 في نضوحات لحاء الخيار وهو لكتين ثنائي والبروتين الأغزر في اللحاء . هذا يشير إلى أن بروتين اللحاء 2 لوحده أو بالإرتباط مع بروتينات أخرى هي التي تسهل الحركة البعيدة للفايرويد وربما لجزيئات RNA الأخرى بما فيها الجزيئات الإشارية المتحركة للنشر الجهازي لإخماد RNA ( RNA silencing) عبر اللحاء. لكن انتقال الفايرويد عبر اللحاء لا يتم من خلال تيار حركة الكتلة (النسغ النازل) ولكن بواسطة عمليات نقل فعال منظمة، وهذا يتطلب إشتراك مكونات من RNA الفايرويد مع عوامل العائل(Tabler & Tsagris, 2004).

إن التتابعات هي الأساس الذي تتم عليه مقارنة الفايرويدات. تتابعات المركز المحفوظ يسمح بتقسيم الفارويدات المشخصة إلى 4 مجاميع. تحصل تغايرات ضمن كل نوع من الفايرويدات وتشابه التتابعات بنسبة 90 % هي الحد الذي يفرق بين المتغايرات والأنواع، حيث أن وجود تشابه بنسبة تقل عن ذلك يرشحها لأن تكون نوعا مستقلا( Singh *et al.*,1999; ICTVdB Management, 2006p). حتى سنة 2009، يتوفر أكثر من 1700 تتابع فايرويدي في قاعدة المعلومات تحت الفايروسية (Owens & Hammond,2009)(http://subviral.med.uottawa.ca/).

في الوقت الحاضر تم التعرف على 30 نوعا من الفايرويدات تنتمي إلى عائلتين هما *Pospiviroidae* وهي العائلة الأكبر وأنواعها تمتلك مدى عوائلي أوسع وعائلة *Avsunviroidae*. في الجدول 12.1 أنواع الفايرويدات ونباتاتها العائلة وبعض مواصفاتها الأخرى.الفايرويدات تصيب النباتات الراقية العشبية والمعمرة من نباتات الزينة والخضروات والفواكه.

تسبب هذه الأمراض خسائر في المحصول ويعتبر بعضها من الأمراض الخطيرة

والخاضعة للحجر الزراعي كما هي امراض الدرنة المغزلية في البطاطا المتسبب عن (PSTVd) *Potato spindle tuber viroid* ومرض تقشر الحمضيات المتسبب عن (CEVd) *Citrus exocortis viroid* ومرض كادنك-كادنك في جوز الهند المتسبب عن (CCCVd) *Coconut cadang-cadang viroid* وسعفة الشمس على الأفاكادو المتسبب عن (ASBVd) *Avocado sunblotch viroid* وتقزم الأقحوان المتسبب عن (CSVd) *Chrysanthemum stunt viroid* وغيرها. ويمكن لبعض الأمراض الفايرويدية تحت الظروف الملائمة لتطورها ان تنتشر بشكل وبائي. كما ان الإصابة الفايرويدية يمكن ان تعاود الظهور بعد فترة من إختفاء الأعراض( Hammond & Owens, 2006 ; Bostan *et al.*,2010).

جدول 12.1: انواع الفايرويدات المثبتة رسميا عن ( Eighth Report, International Committee on Taxonomy of Viruses)

| Genus[x] الجنس | Species النوع | Variants[y] المتغايرات | Length (nt) حجم الجينوم | Natural host(s) العائل الطبيعي | Emerging Hosts عائل جديد |
|---|---|---|---|---|---|
| Family *Pospiviroidae* | | | | | |
| | Potato spindle tuber (PSTVd) | 109 | 341-364 | potato | tomato, avocado |
| | Chrysanthemum stunt (CSVd) | 19 | 348-356 | chrysanthemum | |
| *Pospiviroid* | Citrus exocortis (CEVd) | 86 | 366-475 | citrus, tomato | tomato |
| | *Columnea* latent (CLVd) | 17 | 359-456 | *Columnea, Brunfelsia, Nemathanthus* | tomato |
| | *Iresine* (IrVd) | 3 | 370 | *Iresine* | |
| | Mexican papita | 6 | 359-360 | *Solanum* | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (MPVd) | | | *cardiophyllum* | |
| | Tomato apical stunt (TASVd) | 5 | 360-363 | tomato | tomato |
| | Tomato chlorotic dwarf (TCDVd) | 2 | 360 | Uncertain (tomato?) | tomato |
| | Tomato planta macho (TPMVd) | 2 | 360 | tomato | |
| *Hostuviroid* | Hop stunt (HSVd) | 144 | 294-303 | citrus, grapevine, *Prunus* spp. | hop, cucumber |
| | Coconut cadang-cadang (CCCVd) | 8 | 246-301 | coconut palm | African oil palm, other monocots |
| *Cocadviroid* | Coconut tinangaja (CTiVd) | 2 | 254 | coconut palm | |
| | Citrus bark cracking (CBCVd) | 6 | 284-286 | citrus | |
| | Hop latent (HLVd) | 10 | 255-256 | hop | |
| | Apple scar skin (ASSVd) | 8 | 329-333 | apple, pear | |
| | Apple dimple fruit (ADFVd) | 2 | 306 | apple | |
| *Apscaviroid* | Apple fruit crinkle (AFCVd)[z] | 29 | 368-372 | apple | |
| | Australian grapevine (AGVd) | 1 | 369 | grapevine | |
| | Citrus bent leaf | 24 | 315-329 | citrus | |

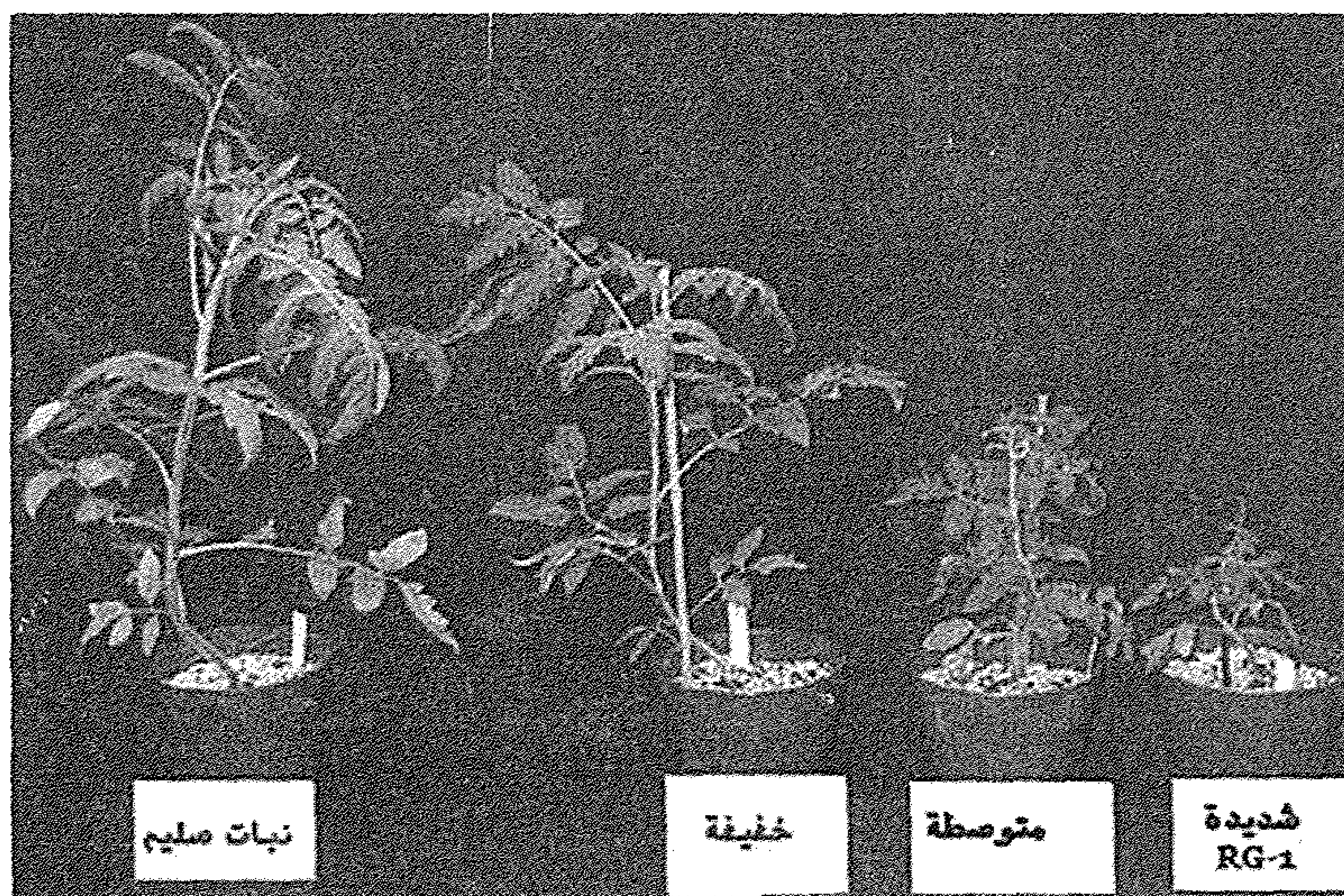
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (CBLVd) | | | | |
| | Citrus dwarfing (CDVd) | 53 | 291-297 | citrus | |
| | Grapevine yellow speckle1(GYSVd-1) | 49 | 365-368 | grapevine | |
| | Grapevine yellow speckle2(GYSVd-2) | 1 | 363 | grapevine | |
| | Pear blister canker (PBCVd) | 18 | 314-316 | pear, quince | |
| | *Coleus blumei*-1 (CbVd-1) | 9 | 248-251 | Coleus, *Mentha* spp. | |
| *Coleviroid* | *Coleus blumei*-2 (CbVd-2) | ? | 295-301 | | |
| | *Coleus blumei*-3(CbVd-3) | 3 | 361-364 | *Ocimum basilicum, Melissa officinalis* | |
| Family *Avsunviroidae* | | | | | |
| *Avsunviroid* | Avocado sun blotch (ASBVd) | 83 | 239-251 | avocado | |
| *Pelamoviroid* | Chrysanthemum chlorotic mottle (CChMVd) | 21 | 397-401 | chrysanthemum | |
| | Peach latent mosaic (PLMVd) | 168 | 335-351 | peach, nectarine | |
| *Elaviroid* | Eggplant latent (ELVd) | 9 | 332-335 | eggplant | |

عن: (Hammond & Owens, 2006)

الأعـراض التـي تسـببها الإصـابات الفايرويديـة مشـابهة لتلـك المتسـببة عـن الفايروسات أو بعض العوامل الممرضة الأخرى وتشمل التقزم والتشوه وعدم تواصل اللون والنخر أو موت النبات وهي أيضا تكون عرضة للتغير بتغير الظروف البيئية. كما أن بعض النباتات المصابة لا تظهر أعراضا حيث تكون الإصابة كامنة وتشكل خطر نشر المسبب لعدم الإنتباه اليها (شكل12.3 و12.4).

الإصابة الجهازية بالفايرويدات تتطلب حركة الفايرويد من خلية إلى خلية عبر الروابط البلازمية والحركة الطويلة المسايرة لنقل نواتج التركيب الضوئي في نسيج اللحاء.

تنتقل الفايرويدات بسهولة عن طريق التلقيح الميكانيكي والتماس وإحتكاك الأجزاء النباتية مع الأدوات والملابس والأيدي الملوثة بالفايرويد، كما انها تنتقل بواسطة التطعيم وإحتكاك اوراق النباتات المتجاورة. وتنتقل العديد من الفايرويدات بواسطة البذور المصابة وأحيانا بواسطة حبوب الطلع الملوثة. وتنتشر الفايرويدات بواسطة انواع من حشرات المن.




شكل 12.3: طماطة صنف Rutgers مصابة بسلالات طبيعية مختلفة الشدة من PSTVd تظهر أعراض خفيفة إلى شديدة

عن: (Hammond & Owens, 2006)

تشخيص الفايرويدات يتم عن طريق تحديد المدى العوائلي والأعراض على النباتات المشخصة وتأكيد التشخيص يتم بتشخيص الصفات الجزيئية التي تعتمد على الطبيعة الدائرية لجزيئات RNA الفايرويد وتفريقها عن أنواع RNA العائل باستخدام Polyacrylamide gel electrophoresis. إن هذه الطريقة تثبت كون المسبب المجهول للمرض هو فايرويد لكنها لا تفرق الأنواع المختلفة كونها تشترك في صفات الترحيل الكهربائي. ويمكن استخدام التهجين الجزيئي لتحسس وجود الفايرويدات المعروفة التتابع لكنها غير ممكنة لتشخيص الفايرويدات الجديدة التي لا تتوفر معلومات عن تتابعاتها. وتتوفر منظومات Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) تفيد خصوصا في تشخيص الفايرويدات غير المظهرة للأعراض (الإصابات الكامنة) (Hammond & Owens, 2006).



شكل 12.4: نباتات كوليوس *Coleus blumei* مزروعة من نباتات غير مصابة ونباتات مصابة بفايرويد CbVd. النباتات المصابة لا تظهر الأعراض

عن: (Hammond & Owens, 2006)

من المسائل التي تعقد عملية الكشف والسيطرة على امراض الفايرويدات وجود الإصابات الكامنة. وهذه الحالات أدت إلى تشخيص بعض الفايرويدات التي لا تحدث أعراضا على بعض النباتات العائلة مثل *Columnea latent viroid* من نبات *Columnea erythrophae* و(CbVd) *Coleus blumei viroid* من نباتات الزينة كوليوس *Coleus blumei* و(ELVd) *Eggplant latent viroid* من نباتات الباذنجان صنف Sonja. كما توجد نباتات زينة أخرى تأوي فايرويدات مثل فايرويد CEVd في *Impatiens spp.* وCSVd في *Verbena* و*Vinca spp.*.

تصاب الأشجار المثمرة كالتفاحيات واللوزيات بعدد من الفايرويدات منها (ASSVd) *Apple scar skin viroid* وهو النوع النموذجي لعائلة *Apscaviroid* على التفاح وينتشر في شرق آسيا وعلى الكمثرى في اليونان والصين. وتهدد فايرويدات (PLMVd) *Peach latent mosaic viroid* و(HSVd) *Hop stunt viroid* اشجار اللوزيات. كما تصاب الأعناب بالفايرويدات التي تصيب الحمضيات مثل CEVd وHSVd وغيرها هذا إضافة إلى فايرويد *Coconut cadang-cadang* الذي يسبب مرض كادنك-كادنك على اشجار جوز الهند.

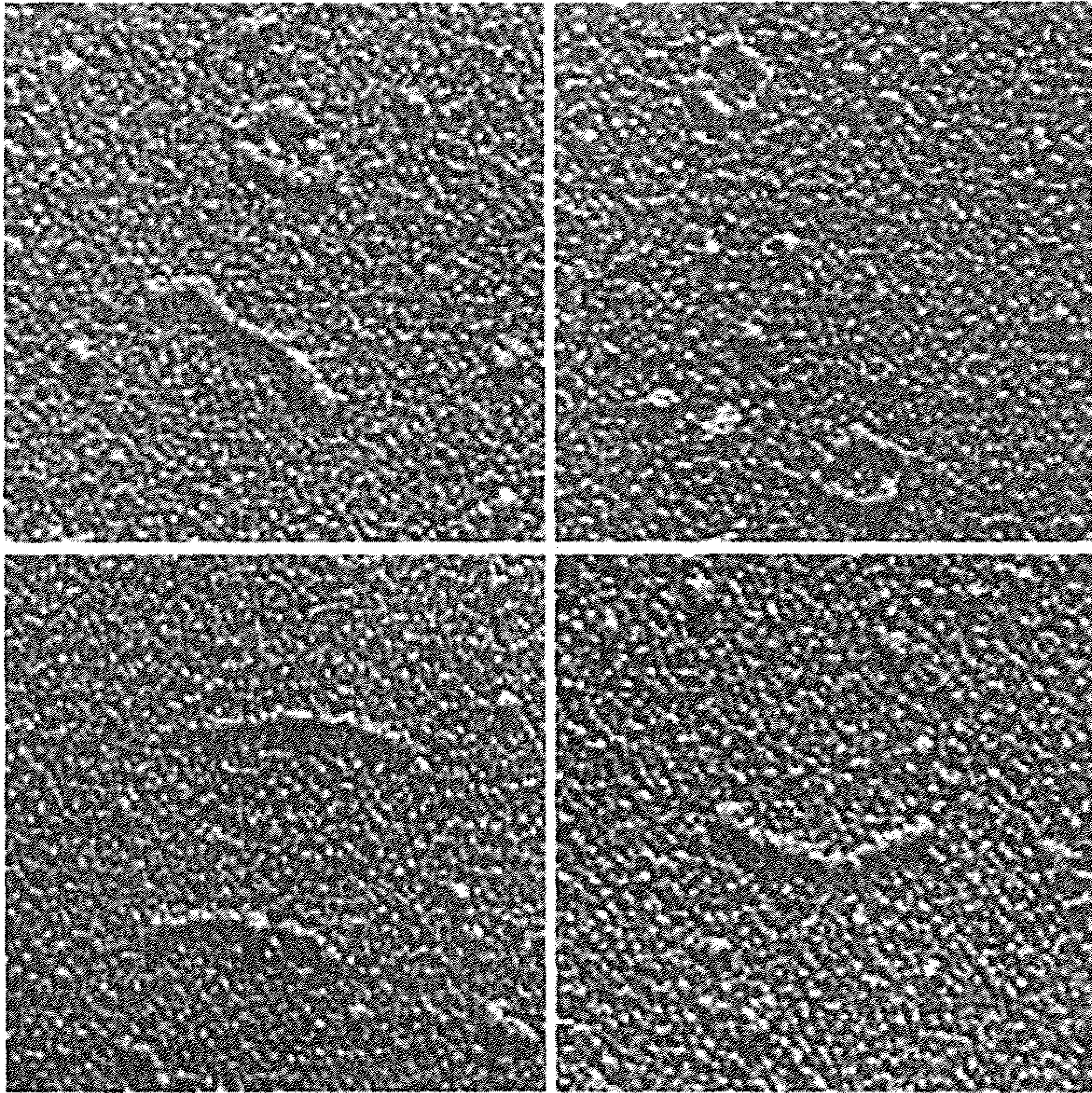
وتصاب نباتات الطماطة المزروعة في الحقول بثلاث أنواع من الفايرويدات هي *Indian Tomato bunch top viroid* وهي سلالة من CEVd و *Tomato apical stunt viroid* (TASVd) و(TPMVd) *Tomato planta macho viroid*. كما تصاب الطماطة المزروعة في البيوت المحمية بثلاث انواع اخرى من الفايرويدات هي *Mexican papita viroid* (MPVd) و(TCDVd) *Tomato chlorotic dwarf viroid* و(CLVd) *Columnea Latent viroid* (Hammond & Owens, 2006).

ومع ان الإصابات الفايرويدية المعروفة لحد الآن مقتصرة على النباتات من غير المستبعد إكتشاف إصابتها للحيوانات والإنسان كمسببات لأمراض غير معروفة المسبب في الوقت الحاضر(Agriose,1997).

لا تتوفر في الوقت الحاضر وسائل مكافحة حيوية أو كيميائية للفايرويدات، الوسائل المتاحة تتضمن تشخيص الإصابات الفايرويدية والتخلص من النباتات المصابة والحجر الزراعي( Bostan *et al.*,2010 ; Matthews-Berry,2010).

## مرض الدرنة المغزلية في البطاطا
## Potato Spindle Tuber

يسبب المرض خسائر كبيرة في محصول الطماطة والبطاطة والباذنجان. كما يحصل المرض طبيعيا على محاصيل (*Solanum muricatum*) pepino والأفاكادو (*Persea americana*) والبطاطا الحلوة وطيف واسع من نباتات الأدغال العائدة إلى العائلة الباذنجانية. على محصول البطاطا يمكن ان تسبب السلالات الشديدة خسائر في المحصول تصل إلى 65 % بسبب تخفيض عدد وحجم الدرنات كما تنخفض القيمة التسويقية لها. وعلى الطماطة يمكن ان تتسبب خسائر تصل إلى 40 – 50 % بسبب تخفيض عدد الثمار ومواصفات الثمار.



شكل 12.5: الجينوم الدائرية الخطي لفايرويد PSTVd محضر بتقنية نشر الحامض النووي تتبع بتظليل عالي الزاوية بمعدن البلاتينيوم. X 350000

عن: (Index of Viruses,2006c)

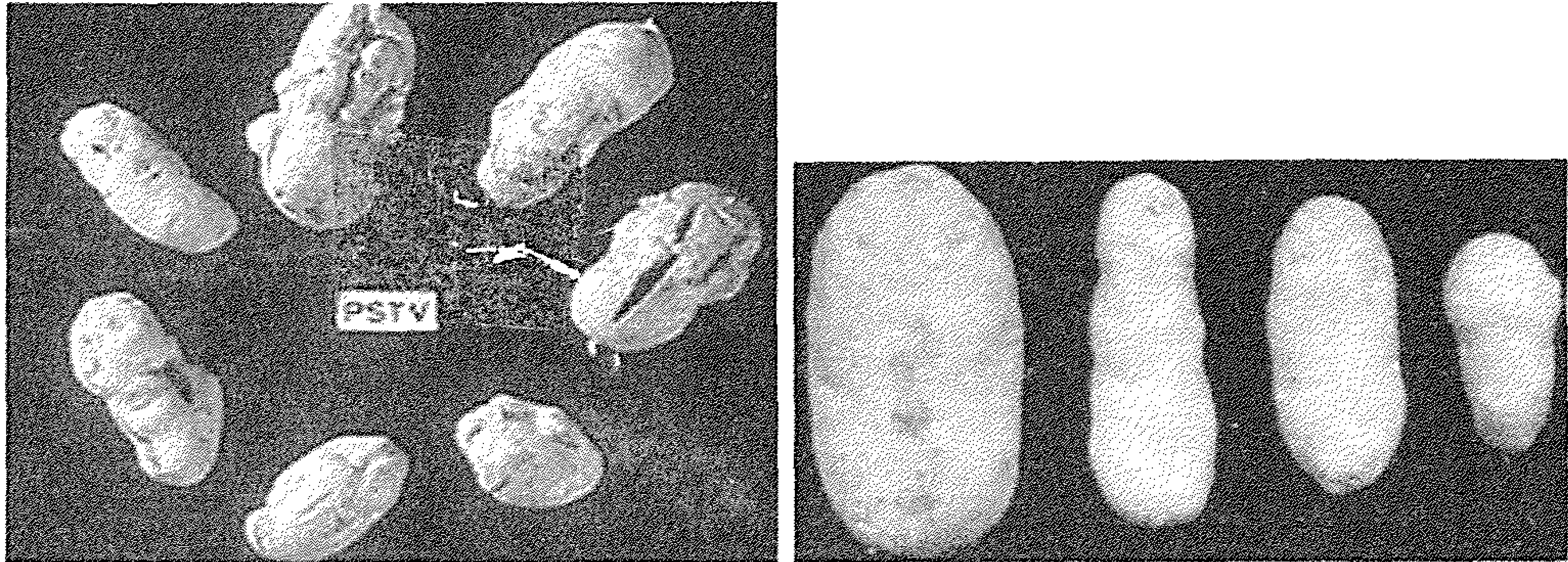
الممـرض (**Pathogen**): يتسـبب المـرض عـن الفايرويـد (PSTVd) *Potato spindle tuber viroid*. أول تسجيل للمرض كان على البطاطا في أمريكا الشمالية بينما تسجيله على الطماطة كان في أفريقيا الجنوبية. والمرض عالمي الانتشار.

فايرويد PSTVd ثابت جدا ويصل إلى تراكيز عالية على نحو غير إعتيادي في النباتات المصابة. إن صفة ثبات الفايرويد ترجع إلى تركيبه والذي يمكنه من البقاء في عصـارة النبـات وبقايـا النبـات ( Department for Environment, Food and Rural,2006).

الفايرويد يتالف من RNA حلقي حجمه 359 نت ويمكن ان يكوّن تركيب ثانوي عصوي (شكل12.5).

**الأعراض (Symptoms)**

يوجـد فايرويـد PSTVd بسـلالات مختلفـة الشـدة. وأعـراض المـرض يمكـن أن تشابه تلـك المتسببة عـن الأمـراض الفايروسية أو نقص العناصـر المعدنيـة أو الأضـرار الناتجة عـن المبيـدات الكيميائيـة لكـن اعـراض المرض تتوضـح خـلال الأجـواء الحـارة وشـدة الإضـاءة العاليـة. على نبـات البطاطا يصـعب تمييـز الأعـراض على الأوراق قبـل نضـجها. وفـي حالـة الإصـابة بسـلالات شـديدة تكـون السـاق قائمـة ورفيعـة والسـلاميات أطـول مـن الطبيعـي. الوريقـات تكـون مختزلـة بالحجم قليلا وحوافها ذات أخاديد. أما الأوراق القديمـة القريبـة مـن سطح التربـة فتكـون قائمـة على عكـس تلـك الطبيعيـة التي تكـون منبطحـة ويمكـن أن يحصـل إلتفـاف وتخشـن الوريقـات. الـدرنات تصـبح مغزليـة الشكل ومن هذا العرض المميز جاء اسـم المرض حيث تكـون نهايتي الدرنـة مدببتين بينما المقطع العرضـي للدرنـة يكـون دائريـا. العيـون (مواقع البراعم) على الدرنـة تكـون غائرة بوضوح كما تتشقق الدرنة. وتظهر درنات بعض اصـناف البطاطا عقـد وإنتفاخـات وتتشـوه بشـدة (شـكل12.6). وفـي حالـة الإصـابة بـبعض السـلالات تظهـر الأعـراض المذكورة اعلاه ولكن تكون خفيفة أو لا تظهر اعراض نهائيا. ومع تكـرر الإصـابة تشـتد الأعراض مع كل جيل جديد.




شكل 12.6: درنات بطاطا مصابة بفايرويد PSTVd على يسارها درنة سليمة(يمين) ودرنات مصابة تظهر تشققات(يسار)

عن: (Mackie *et al.*,2006) و( New Zealand Institute for Crop & Food Research Ltd. Potato spindle tuber viroid. [BROAD sheet] Number 139)




شكل 12.7: اعراض الإصابة بفايرويد PSTVd على الطماطة في البيوت المحمية(يمين) وفي الأص(يسار)

عن: (Mackie *et al.*,2006) و(**Central Science Laboratory, Harpenden Archive**, British Crown, United Kingdom)

على تبات الطماطة تؤدي الإصابة بالسلالات الشديدة إلى تلون الوريقات باللون

البنفسجي والإصفرار وقصر سلاميات الورقيات مؤدية إلى حالة تعنقد كما تتجعد الوريقات إلى أسفل وتلتف ويتقزم النبات (شكل12.7). يمكن أن يصبح المجموع الخضري مغزلي المظهر ويحصل إجهاض الأزهار والثمار خضراء داكنة ذات قشرة سميكة لا تنضج طبيعيا. وكما الحال مع البطاطا فإن الإصابة بسلالات خفيفة يمكن ان تظهر هذه الأعراض بشكل خفيف أو لا تظهر اية اعراض.

المدى العوائلي للفايرويد ضيق، العائل الطبيعي الأول له هو نبات البطاطا والأنواع المكونة للمدادات والدرنات من أنواع .*Solanum* spp. كذلك نبات الطماطة والأفاكادو (*Persea americana*) وpepino (*S. muricatum*). في المقابل للفايرويد مدى عوائلي واسع تحت ظروف التجربة تشمل 94 نوعا تعود إلى 31 عائلة.

### تطور المرض (**Development of Disease**)

يمكن أن ينتقل الفايرويد في عصارة النبات المصاب إلى النبات السليم ويحقق الإصابة من خلال التماس عبر الجروح الناتجة عن إحتكاك الأوراق مع بعضها. كذلك عن طريق نقل العصارة الملوثة بواسطة أيدي العاملين أو الأدوات أو بواسطة الإحتكاك بالملابس. الإصابات الأولية في البطاطا تحصل عن طريق زراعة درنات مصابة وعلى الطماطة عن طريق البذور المصابة. اما الإصابات الثانوية فتحصل نتيجة التلقيح بالإحتكاك. الإصابة بواسطة حبوب الطلع ممكنة ولكن تؤدي إلى تكوين بذور مصابة ولا تؤدي إلى إصابة النبات. كما يمكن ان ينتقل الفايرويد بواسطة حشرات المن لكن اهميتها ضعيفة.

### السيطرة على المرض (**Control**)

1. من أجل السيطرة على الإصابات الأولية ينبغي استخدام تقاوي خالية من الفايرويد.
2. إعتماد الطرق الصحية خلال التعامل مع النباتات.
3. التخلص من نباتات المحصول ونباتات الأدغال المصابة ودفنها( Mackie *et al.*,2006).

## مرض تقشر الحمضيات

## Citrus Exocortis

أول تسجيل للمرض كان سنة 1948 من قبل Fawcett & Klotz باعتباره مرض تقشر القلف في أصول الحمضيات الثلاثية الأوراق. المرض عالمي الانتشار حيث يوجد في جميع مناطق زراعة الحمضيات(FAO, 1991). يسبب المرض اختزال حجم الأشجار وتخفيض الإنتاج بنسبة تصل إلى 40 %(Agrios,1997).

تصاب الحمضيات بعدد من الفايرويدات من اهمها (CEV) *Citrus exocortis viroid* المسبب لمرض تقشر الحمضيات و(CV-Ib) *Citron variable viroid* و*Citrus cachexia viroid* وغيرها حيث قسمت في 5 مجاميع( Duran-Vila *et al.*,1988).

**الممرض (Pathogen):**

يتسبب المرض عن الإصابة بفايرويد (CEV) *Citrus exocortis viroid* وهو RNA واطيء الوزن الجزيئي يتألف من 371 نت. الفايرويد يوجد بالشكلين الخطي والدائري وهو سهل الانتقال ميكانيكيا بواسطة الأدوات الملوثة. يمكن ان يصيب الفايرويد نبات *Gynura aurantiaca* والبتونيا ونباتات الطماطة مسببا أعراض تشوه (Epinasty) شديدة ومميزة على الأوراق. يمكن الكشف عن وجود الفايرويد في عصارة هذه النباتات الحديثة ونبات Citron (*Citrus medica* cv. Etrog) المظهرة للأعراض باستخدام تقنية Polyacrylamide Gel Electrophoresis (PAGE) حيث يظهر الفايرويد بشكل حزمة على الجيل بعد صبغها بصبغة بروميد الفضة أو بروميد الأثيديوم.

المصدر الأولي للإصابة بفايرويد CEV هو الطعم المصاب والذي يؤدي إلى إصابة الشجرة المطعمة. بعد ذلك ينتقل المسبب بواسطة التلقيح الميكانيكي بالأدوات والأيدي والملابس الملوثة خصوصا بين أشجار الليمون.

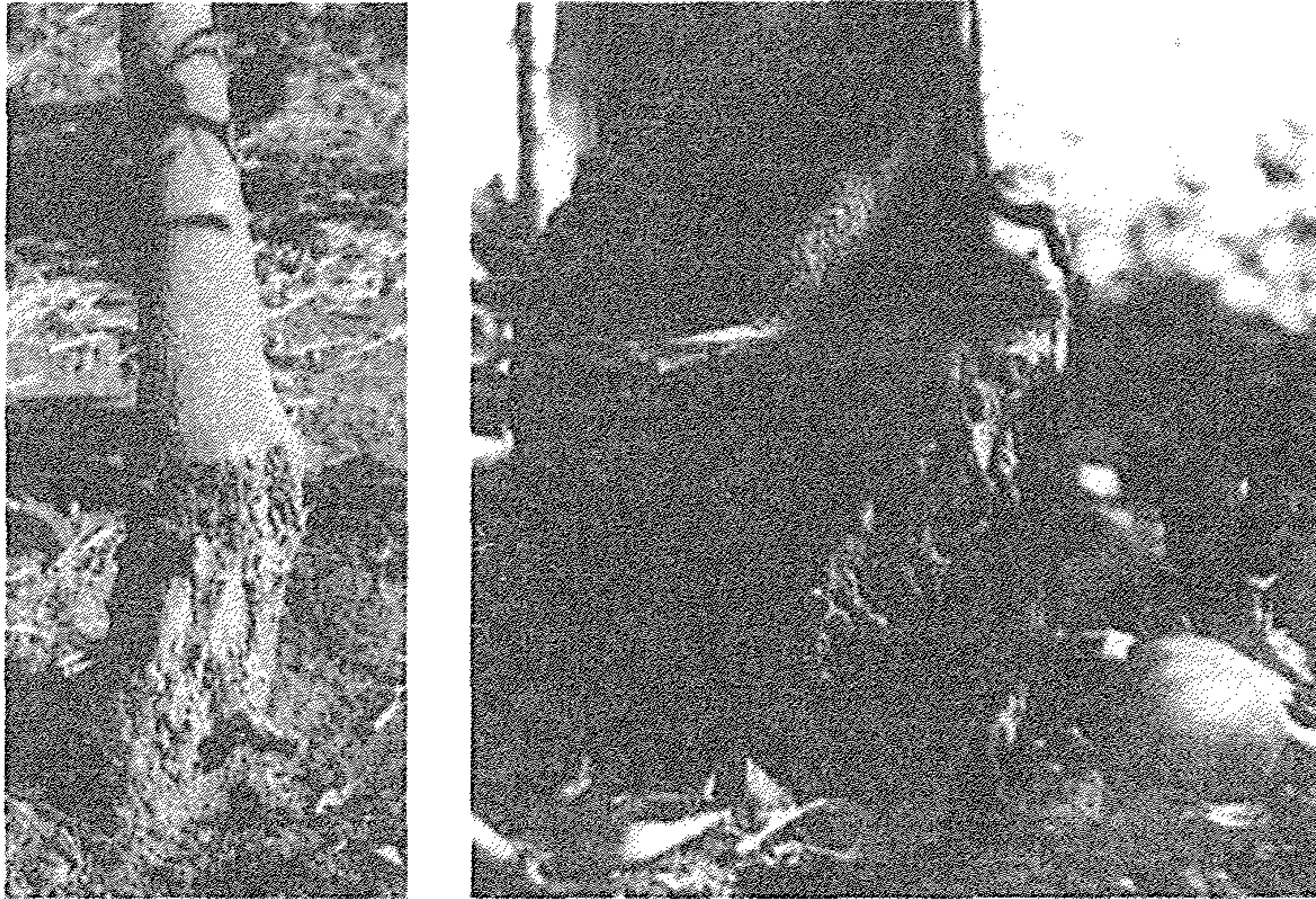
**الأعراض (Symptoms)**

تتدرج الأعراض الحقلية للمرض من التشقق الخفيف للقلف إلى التقشر الشديد له خصوصا على اصول اشجار البرتقال الثلاثي الورقة وRangpur lime تترافق مع درجات من تقزم الشجرة. اشجار Citron شديدة الحساسية للمرض وعند تلقيحها تظهر تشقق القلف وتشوه الأوراق ونخر عروق الأوراق. كما تظهر اشجار الليمون الحلو وأنواع أخرى من الليمون تشققات قلف طويلة (الأشكال 12.8 و12.9 و12.10 و12.11). اما النباتات العشبية مثل *Gynura* والبتونيا والطماطة فتظهر تجعد الأوراق. من اجل الإطلاع على تفاصيل عملية الكشف والتشخيص للفايرويد يمكن مراجعة(FAO, 1991).



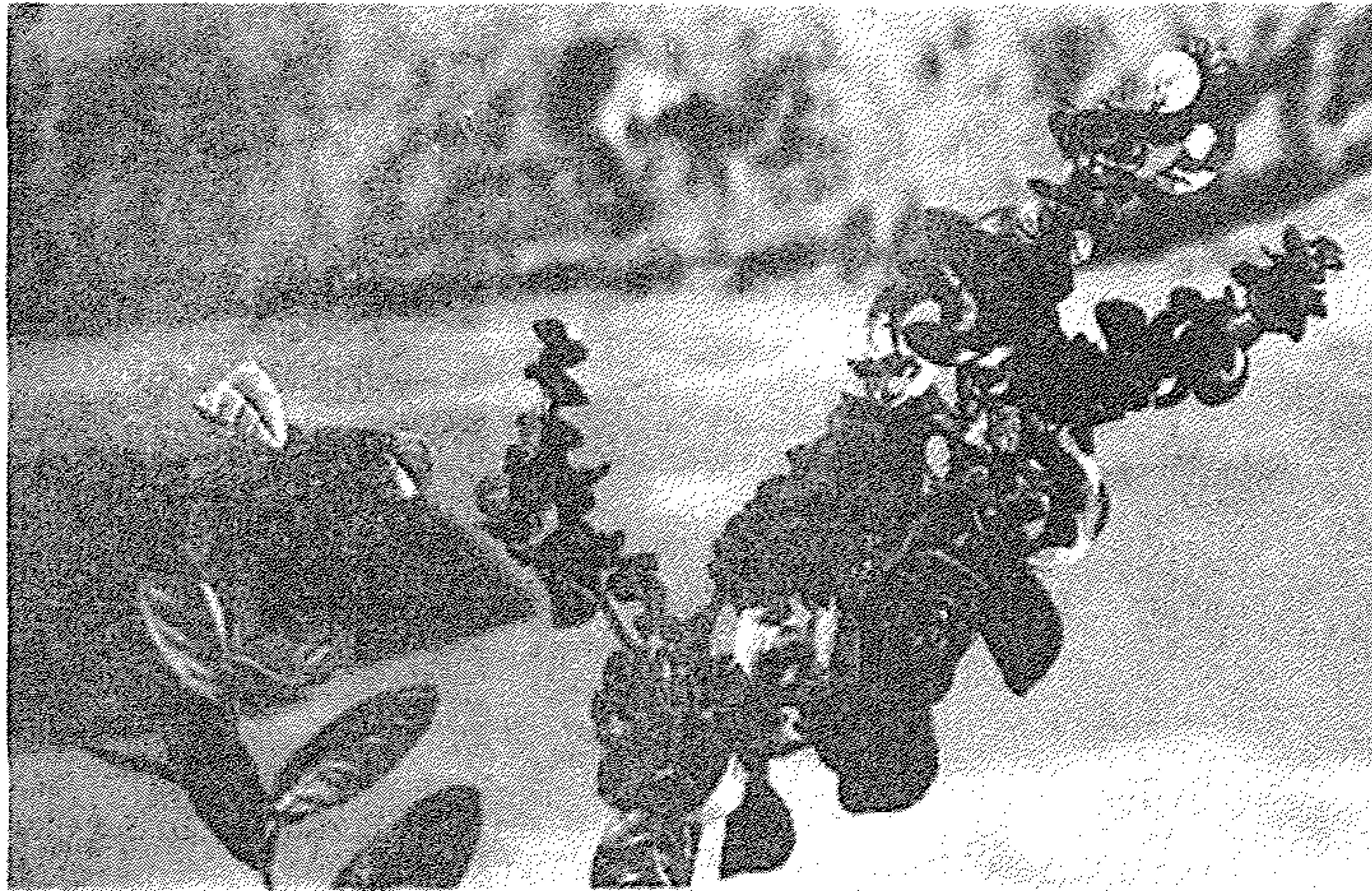
شكل 12.8: أعراض تشقق القلف الخفيفة على أصل البرتقال الثلاثي الورقة المتسببة عن فايرويد *citrus viroid IIa*

عن: (FAO, 1991)



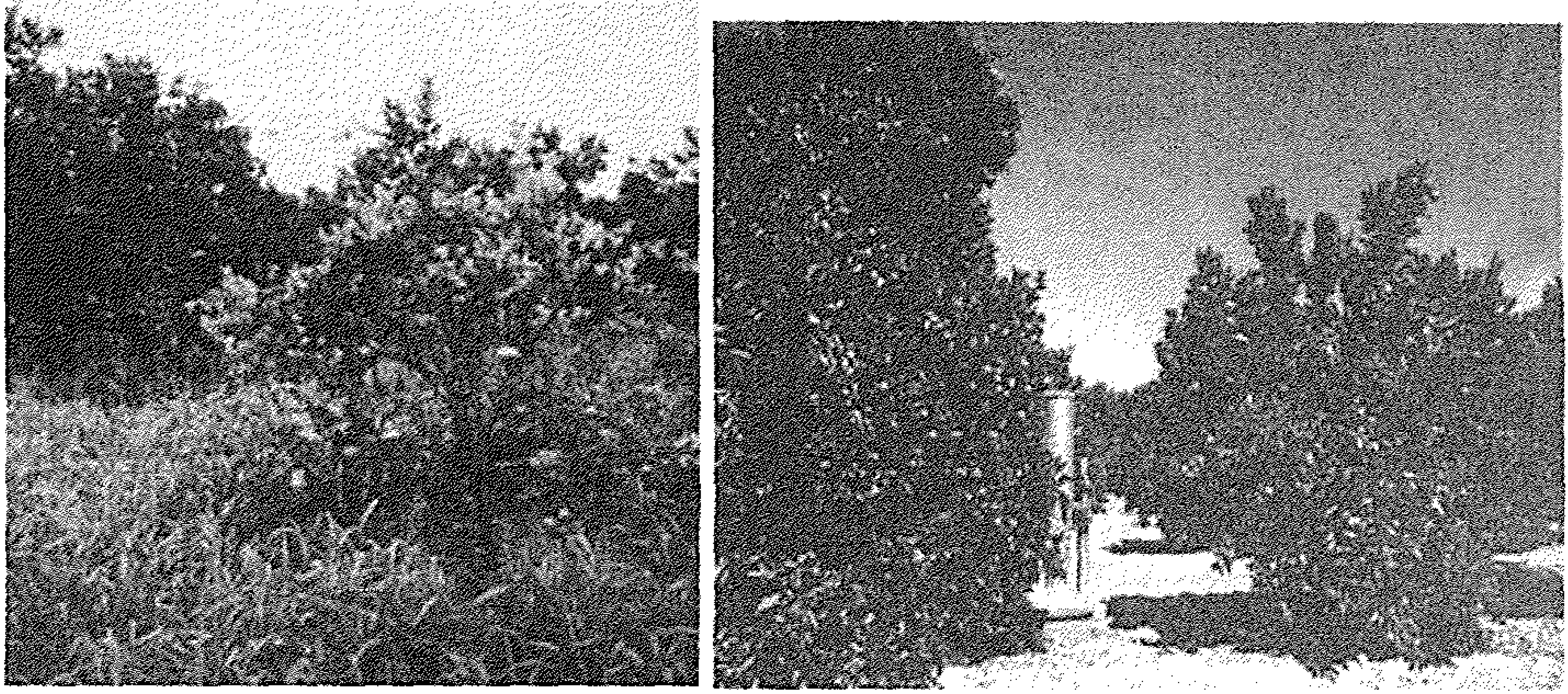
شكل 12.9: أعراض تقشر القلف الشديدة على أصل البرتقال الثلاثي (يمين) و Rangpur lime(يسار) المتسببه عن فايرويد CEV

عن: (FAO, 1991)



شكل 12.10: أعراض الإصابة الشديدة النموذجية على أوراق الليمون Citron (يمين) المتسببة عن فايرويد CEV وبعض الأوراق السليمة(يسار)

عن: (FAO, 1991)



شكل 12.11: تاثير الإصابة بفايرويد CEV على حجم شجرة الحمضيات(يمين) وأعراض الإصفرار والتقزم عل شجرة برتقال حلو صنف Valencia مطعمة على أصل Rangpur Lime(يسار)

عن: (FAO, 1991) و(C. Herron - 1991)

السيطرة على المرض (**Control**)

1 . استخدام الطعوم الخالية من الفايرويدات وتعقيم ادوات التقليم والتطعيم.

2 . إزالة الأشجار المصابة(Brlansky & Timmer, 2007).

## فايرويد تقزم القمة في الطماطة

## ***Tomato apical stunt viroid*** **(TASVd)**

يعود فايرويد TASVd إلى عائلة *Pospiviroidae* التي تضم عدد من الفايرويدات التي تصيب الطماطة في البيوت الزجاجية. من هذه الفايرويدات *Tomato planta macho viroid* (TPMVd) و*Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) وسلالة من *Citrus exocortis viroid* (CEVd) و*Columnea latent viroid* (CLVd).

تم إكتشاف الفايرويد للمرة الأولى في ساحل العاج بأفريقيا على نباتات الطماطة

المزروعة في الحدائق الصغيرة ثم سجل في عدد من الدول منها اندنوسيا وفنلندا وبريطانيا وتركيا وتونس (Verhoeven *et al.*,2006) وفلسطين المحتلة حيث سجل وجود سلالتين. هذا الفايرويد يسبب خسائر كبيرة في الإنتاج يمكن أن يؤدي إلى إصابة الحقل بأكمله وهو يعتبر من الفايرويدات الصاعدة(Antignus *et al.*,2007).

هذا الفايرويد وجد على الطماطة حيث يحدث الأعراض وعلى نبات *Solanum jasminoides* بشكل غير أعراضي في النمسا وفنلندا(*EPPO*,2011).

**المرض (Pathogen)**: *Tomato apical stunt viroid* (TASVd). أظهرت الدراسات الجزيئية لتتابعات RNA لسلالات الفايرويد المعزولة من مناطق جغرافية مختلفة في العالم وجود تشابه يتراوح بين 87 إلى 99 % مع تتابعات عزلة ساحل العاج.




شكل12.12: أعراض الإصابة بفايرويد TASVd على نبات الطماطة في الأص

الفايرويد ينتقل أساسا بواسطة البذور حيث يصيب الجنين وكذلك بواسطة

الحشرة الطنانة (Bumblebee) *Bombus terrastris* أثناء تلقيح الأزهار بينما تنتشر الإصابات الثانوية عن طريق التلقيح الميكانيكي بواسطة العمال الزراعيين(Antignus *et al.*,2007).

**الأعراض (Symptoms)**

تشابه اعراض الإصابة بفايرويد TASVd تلك المتسببة عن فايرويدات عائلة *Pospiviroidae* الأخرى والتي تشمل التقزم وفرط النمو القمي وتضيق طرف الأوراق والإصفرار وتغضن الأوراق وهشاشة الأنسجة والنخر (شكل12.12). يمكن أن تؤدي الإصابة إلى تخفيض نمو النبات وتأخير طرح الثمار وتقليل مدة حزن الثمار.

**السيطرة على المرض (Control)**

1 . زراعة البذور الخالية من الفايرويد.

2 . إزالة وحرق النباتات المصابة.

3 . تعقيم الأيدي والأدوات للعاملين في الحقل.

4 . وضع ستائر مشبكة لمنع دخول الحشرات ومكافحة الحشرة الطنانة.

## فايرويد تقزم وإصفرار الطماطة

## Tomato chlorotic dwarf viroid (TCDVd)

ينتشر هذا الفايرويد على الطماطة في الحقل والبيت الزجاجي في أوربا كما سجل في البيت الزجاجي في كندا وعلى نباتات الزينة البتونيا ورعي الحمام (Verbena) بدون أعراض في ولاية اريزونا الأمركية.

**المرض (Pathogen)**: *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd)يعود إلى عائلة *Pospiviroidae*. جينوم الفايرويد عبارة عن جزيئة RNA مفردة الشريط حجمه 360 نت وهو فاقد للغلاف البروتيني بالطبع. الفايرويد يتشابه مع فايرويد *Potato*

(PSTVd) *spindle tuber viroid* بنسبة 86 – 88 %. القطاع المتغير (V) للفايرويد يتشابه مع نظيره لفايرويد PSTVd بنسبة أقل من 60 % والنهاية اليمنى بنسبة 90 % وباقي الجزيئة بنسبة تزيد عن 97 %. إضافة إلى هذه الإختلافات فإن عدم انتقالها بواسطة البذور وعدم حصول تحصين ضدها عند التلقيح بفايرويد PSTVd يدعم إستقلالية هذا الفايرويد(Singh *et al.*,1999).

تشخيص هذا الفايرويد يتم بواسطة الطرق الجزيئية كما سبق ذكرها.

**الأعراض (Symptoms)**

تختلف أعراض المرض بإختلاف سلالة الفايرويد وصنف الطماطة وعمر النبات ونشاطه والظروف البيئية. الأعراض الأولية تشمل اختزال النمو والإصفرار في الأجزاء الطرفية الحديثة بعد 3 إلى 6 أسابيع من الإصابة. مع الوقت، تتقزم النباتات ويتعمق الإصفرار أو يتحول اللون إلى البرونزي أو الأرجواني (شكل12.13). سرعان ما تنتشر الإصابة في صفوف النبات وتشمل الأعراض التقزم والتعنقد واختزال حجم الأوراق والثمار، إصفرار الأوراق والنخر على الأوراق وأعناقها وتدلي الأوراق وتشوه الثمار وحتى موت النبات. يمكن أن تصاب نباتات الطماطة بالفايرويدين TCDVd وPSTVd معا مما يصعب من التمييز بينهما على أساس الأعراض.



شكل 12.13: أعراض الإصابة بفايرويد TCDVd على نباتات الطماطة

عن: (Sabaratnam,2010)

السيطرة على المرض (**Control**)

1. زراعة البذور والشتلات السليمة.
2. الإهتمام بالتدابير الصحية.
3. إزالة وحرق النباتات المصابة وإزالة النباتات المجاورة التي تبدو سليمة.
4. إزالة الأدغال حتى تلك التي تبدو سليمة لأنها يمكن أن تكون حاملة للفايرويد بدون أعراض(Sabaratnam,2010).

## مرض كادنك- كادنك على جوز الهند

## Coconut Cadang- Cadang

شخص المرض أول مرة من قبل Ocfemia سنة 1937 وشخص الفايرويد المسبب من قبل Randles سنة 1975. ينتشر المرض في جزر الفلبين ومرض Tinangaja المشابه في غوام في جنوب شرق آسيا. سبب المرض موت 30 مليون نخلة جوز الهند منذ ثلاثينات القرن العشرين ويؤدي إلى موت حوالي مليون شجرة سنويا حتى الوقت الحاضر مع خسائر سنوية في الحاصل تبلغ 22000 طن( Randles ; Agrios,1997 & Imperial, 1984; Zelazny *et al*.,1982).

**الممرض (Pathogen)**: الفايرويد المسبب لمرض كادنك- كادنك (الموت) هو

*Coconut cadang – cadang viroid* (CCCVd) يتألف من شريط RNA مفرد دائري أو خطي حجمه 246 – 247 نت يوجد في جوز الهند *Cocos nucifera* بأشكال أحادية (Monomeric) أو ثنائية الجسيم (Dimeric) وتظهر اشكال جزيئية اكبر مع تقدم المرض. يعتبر هذا الفايرويد من أصغر الممرضات النباتية وله منطقتين متممتين جزئيا تتالف من 20 نت مشابهة إلى فايرويدات الدرنة المغزلية وتقزم الأقحوان وتقشر الحمضيات.

تم كشف وجود الفايرويد في خلايا النورة الزهرية والأنسجة المرستيمية وفي خلايا السعف بمختلف الأعمار وفي الجذور. يظهر الفحص بالمجهر الضوئي للبقع

الصفراء ان الفايرويد يسبب إنخفاض معدل إنقسام الخلايا (Hypoplasia) وفقدان صبغة البلاستيدات الخضراء. ويظهر الفحص بالمجهر الإلكتروني تراكم تراكيب داكنة ربما هي اجسام تانينية ولم تلحظ تغيرات خلوية مرضية اخرى.

المرض مميت لأشجار جوز الهند.

**الأعراض (Symptoms)**



شكل 12.14: منطقة مصابة بفايرويد CCCVd تظهر مراحل مختلفة من تطور المرض وتنمو نباتات *Alpinia* sp. من ذوات الفلقة الواحدة العشبية تحت النخيل(يمين) وأعراض التبقع البرتقالي على النخيل الزيتي *Elaeis guineensis*(يسار)

عن: ( Holderness - Waite Agricultural Research Institute, Adelaide)

(AU)http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Coconut_cadang_cadang_viroid/CCCVD0_images.htm

تبدأ الإصابة عادة مع بدء الأشجار بتكوين الأزهار. يتميز بحصول إصفرار برونزي في سعف الثلثين السفليين من التاج وتوقف تكوين الجوز وصغر التاج وموت النبات. السعفات الثالثة أو الرابعة أسفل السعفة الرمحية تظهر بقع صفراء صغيرة تمتد وتتحد مع تقدم عمر النبات وتكوّن تبرقش أصفر. ومع ظهور البقع تصغر الجوزات وتصبح مدورة ويظهر العديد منها أخاديد في منطقة إستواء الجوزة. بعد ذلك تصاب النورات الزهرية بالنخر وتصبح عقيمة ويتوقف تكوين الثمار كما ينحط تدريجيا تكوين الأوراق ويصغر حجمها. الوريقات تصبح سهلة التكسر ويبدأ موت التاج وتموت الأشجار بعد 8 إلى 16 سنة من بدء ظهور الأعراض (شكل12.14). لا تتاثر الأشجار بعمر 10 سنوات وتزداد نسبة الإصابة خطيا تقريبا مع وصول الأشجار إلى عمر 40 سنة حيث تستقر النسبة.

مرض Tinangaja مشابه لمرض كادنك- كادنك لكنه يتميز بتكوين ثمار اصغر وتكون خالية من البذرة مومياتية. اشجار النخيل الزيتية من نوع *Elaeis guineensis* المصابة طبيعيا تظهر إصفرار عام على السعفات الحديثة يتطور إلى تبقع اوراق شفافة برتقالية اللون وتوقف تكوين النورات الزهرية.

### تطور المرض (Development of Disease)

يصيب فايرويد CCCVd أشجار Palmae مثل *Areca catechu* و *Corypha elata* و *Adonidia merrillii* و *Chrysalidocarpus lutescens* و *Oreodoxa regia*.

طريقة انتقال الفايرويد غير معروفة ونسلة انتقاله بواسطة البذور ضعيفة حيث لا تتجاوز 1 من 320 بادرة ويمكن أن ينتقل بنسب قليلة ايضا بواسطة حبوب الطلع أو عبر الجروح التي تحدثها الحشرات. المرض ينتشر بمعدل 500 م سنويا ولا تتوفر أصناف مقاومة(Randles & Imperial, 1984).

# المراجع

شريف، فياض محمد. 2011. علم أمراض النبات والأسس الجزيئية للإصابة والمقاومة. الذاكرة للنشر والتوزيع. تحت الطبع.

Abouzid, A. M. , J. E. Polston and E. Hiebert. 1992 .The nucleotide sequence of tomato mottle virus, a new geminivirus isolated from tomatoes in Florida. Journal of General Virology , 73: 3225-3229

Adams, M. J. 2000. Barley yellow mosaic virus. Dscription of plant viruses. http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=374
in: Proceedings of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, p.121, eds R. Koening & M. J. C. Asher, Stuttgart: Ulmer, 1990a

Adams, M. and J. Antoniw. 2007 .Description of Plant Viruses. Rothamsted Research http://www.dpvweb.net/index.php

Adkins, S., T. Zitter and T. Momol. 2005. Tospoviruses (Family

*Bunyaviridae*, Genus *Tospovirus*)

Agriose , G. C. 1997 . Plant Pathology.Fourth ed. Academic Press. San Diego

Agudelo-Romero , P., P. Carbonell , F. de la Aglesia , J. Carrera , G. Rodrego , A. Jaramello , M. A. Perez-Amador and S. F. Elena. 2008 . Changes in the expression profile of Arabidopsis thaliana after infection with *tobacco etch potyvirus*. Virology , 5: 92

Ahlawat, Y.S., R. P. Pant, B. E. L. Lockhart, M. Srivastava, N. K. Chakraborty and A. Varma. 1996 . Association of a badnavirus with citrus mosaic disease in India. Plant Disease 80: 590-592

Alhudaib , K., Y. Arocha, M. Wilson and P. Jones. 2007 . First report of a 16SrI, *Candidatus* Phytoplasma asteris group phytoplasma associated with a date palm disease in Saudi Arabia. New Disease Reports , 15: 12

Al-Musa, A., G. Anfoka, S. Misbeh, M. Abhary and F. H. Ahmad. 2008 . Detection and molecular characterization of *Squash leaf curl virus* (SLCV) in Jordan. Journal of Phytopathology, 156 (5): 311-316

Anandalakshmi, R. G. J. Pruss, X. Ge, R. Marathe, A. C. Mallory, T. H. Smith, and V. B. Vance. 1998 . A viral suppressor of gene silencing in plants. Proc Natl Acad Sci U S A , 95 (22): 13079–13084

Andret-Link , P. , C. Laporte , L. Valat , C. Ritzenthaler , G. Demangeat , E. Vigne, V. Laval , P. Pfeiffer , C. Stussi-Garaud and M. Fuchs. 2004 .

Grapevine fanleaf virus: Still a major threat to the Grapevine industry. Journal of Plant Pathology , 86 (3): 183 - 195

Antignus, Y., O. Lachman and M. Pearlsman. 2007. The spread of *Tomato apical stunt viroid* (TASVd) in greenhouse tomato crops is associated with seed transmission and bumble bee activity. Plant Dis. , 91: 47-50

Arakawa, M., H. Nakamura , Y. Uetake and N. Matsumoto. 2002 . Presence and distribution of double-stranded RNA elements in the white root rot fungus *Rosellinia necatrix*. Mycoscience *43*, 21–26

Bar-Joseph , M., C. N. Roistacher , S. M. Garnsey and D. J. Gumpf. 1981. A review of tristeza, an ongoing threat to citriculture. Proc. Int. Soc. Citricul. 1:419-423

Bergfeld , A. , R. Bergmann – P. v. Sengbusch. 2003 . Double-Stranded RNA-Viruses; Wound Tumor Viruses. . In: Botany online - The Internet Hypertextbook.International Edition http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e00/contents.htm

Black , L. M. 1970 . Wound tumor virus. In: Description of Plant Viruses http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=34

Black , L. L. 2001 . Turnip Mosaic Virus .Vegetable Diseases: A Practical Guide. http://www.avrdc.org/LC/cabbage/tumv1.html

Boccardo, G. and R. G. Milne. 1980. Oat sterile dwarf virus. Description of

Plant Viruses
http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=217

Boccardo,G. and R. G. Milne. 1984 . Plant Reovirus Group CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No.294
http://www.uea.ac.uk/~amh/pxm/rdv.htm

Bock , K. R. and B. D. Harrison. 1985 . African cassava mosaic virus. In Descriptio of Plant Viruses

Bostan , H., M. Gazel, I. O. Elibuyuk and K. Cağlayan. 2010 . Occurrence of *Pospiviroid* in potato, tomato and some ornamental plants in Turkey. African Journal of Biotechnology , 9 (18): 2613-2617 Available online at http://www.academicjournals.org/AJB

Böttcher, B. , S. Unseld, H. Ceulemans, R. B. Russell, and H. Jeske. 2004 . Geminate structures of african cassava mosaic virus. Virol. , 78(13): 6758–6765

Brakke , M. K. 1971 . Soil-borne wheat mosaic virus. In Description of plant viruses G:\PLANT VIRUSES\FUROVIRUSES\Show DPV and Refs in Frame.htm

Briddon , R. 2003 . Tomato pseudo-curly top virus. Descrition of plant viruses http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=395

Breitbart , M. and F. Rohwer. 2005 . Here a virus, there a virus, everywhere

the same virus? Trends in Microbiology , 13 (6): 278-284

Brlansky , R. H. 1991 . Detection of citrus tristeza virus inclusion bodies using azure a staining and in situ immunofluorescence.In Graft-transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis of graft-transmissible diseases of citrus-ed. Steven M. Garnsey. FAO Corporate Document Repository

Brlansky, R. H. ,M.E. Hilf, P.J. Sieburth, W. O. Dawson, P. D. Roberts and L.W. Timmer. 2007 . 2007 Florida Citrus Pest Management Guide: Tristeza PP-181. Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences

Brlansky , R. H. and L.W. Timmer. 2007 . 2007 Florida Citrus Pest Management Guide: Exocortis, Cachexia, and Other Viroids

Brown , S., A. Csinos, J. C. Díaz-Pérez , R. Gitaitis and coauthors. 2005 . Tospoviruses In Solanaceae and Other Crops in The Coastal Plain of Georgia Research Report Number 704. University of Georgia , College of Agricultural and environmental sciences

Bruun-Rasmussen , M. and T. Sundelin. 2001 . *Tobacco Rattle Virus*. The Royal Veterinary and Agricultural University

Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J., Watson, L. and Zurcher, E.J. (eds.) (1996 onwards). `Plant Viruses Online: Descriptions and

Lists from the VIDE Database. Version: 20th August 1996.' URL http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/

Büchen-Osmond , C. 1995 . Genus *Badnavirus* . ICTV

Büchen-Osmond, C. (Ed), (2003a). 00.010. *Bromoviridae*. In: *ICTVdB -The Universal Virus Database*, version 3. ICTVdB Management, Columbia University, New York, NY, USA

Büchen-Osmond, C. (Ed) (2003b). 00.011.0.05. Tospovirus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 3. Büchen-Osmond, C. (Ed), ICTVdB Management, The Earth Institute and Department of Epidemiology, Mailman School of Public Health, Columbia University, New York, NY, USA

Büchen-Osmond , C. 2004 . 29.0.1.0.001 Maize streak virus. ICTVdB Description. International Committee on Classification of Viruses

Bucher, E. , T. Sijen, P. de Haan, R. Goldbach and M. Prins. 2003 . Negative-Strand tospoviruses and tenuiviruses carry a gene for a suppressor of gene silencing at analogous genomic positions. Journal of Virology , 77 (2): 1329-1336

Burrows , M. E. and T. A. Zitter. 2005 . Virus Problems of Potatoes. USDA-ARS and Department of Plant Pathology,Cornell University. Vegetable M D Online

CABI and EPPO . 1995a . Beet necrotic yellow vein furovirus. Data Sheets

on Quarantine Pests. for the EU under Contract 90/399003 .6pp

CABI and EPPO . 1995b . Tomato black ring nepovirus. Data Sheets on Quarantine Pests. for the EU under Contract 90/399003 .4pp

CABI and EPPO . 1995c . Beet curly top hybrigeminivirus. Data Sheets on Quarantine Pests. for the EU under Contract 90/399003 .4pp

CABI and EPPO . 1996a . Bean golden mosaic bigeminivirus. Data Sheets on Quarantine Pests. for the EU under Contract 90/399003 .4pp

CABI and EPPO. 1996b . Citrus tristeza closterovirus . for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests .5 pp.pdf

CABI and EPPO. 1996c . Squash leaf curl bigeminivirus. for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests .4 pp.pdf http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Squash_leafcurl_virus/SLCV00_ds.pdf

CABI and EPPO. 2007. Tomato mottle bigeminivirus .for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests. .pdf 6 pp.

Cerkauskas, R. 2004 . Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV). Fact Sheet. Edited by Tom Kalb. Published by AVRDC – The World Vegetable Center; P.O. Box 42, Shanhua; Taiwan 741; ROC. web: www.avrdc.org

Cerkauskas, R. 2004 . Cucumber Mosaic Virus.Fact Sheet. AVRDC – The

World Vegetable Center . www: www.avrdc.org

Chasan , R. 1995 . Geminiviruses: a twin approach to replication. The Plant Cell , 7: 659 - 660

Chu , Y-M. J-J. Jeon, S-J. Yea, Y-H. Kim, S-H. Yun, Y-W. Lee, and K-H. Kim. 2002 . Double-stranded RNA mycovirus from Fusarium graminearum. Applied and Environmental Microbiology , 68 (5): 2529-2534

Cilas, C. , E. Muller and E. Mississo. 2005 . Occurrence of *Cacao swollen shoot virus* in Litimé, the Main Cocoa-Producing Area of Togo. Plant Dis. 89: 913, published on-line as DOI: 10.1094/PD-89-0913B.

Comstock , J. C. and R. S. Lentini. 2005 .Sugarcane mosaic virus disease. . University of Florida

Condit , R. C. 2001 . Principles of virology. In: Fundamental virology. 4th. ed. By Knipe , D. M. and P. M. Hawley. Lippincott Williams & Wilkins

Coutts, R. H. A., L. Covelli , F. Di Serio , A. Citir , S. Acikgoz , C. Hernandez , A. Ragozzoino and R. Flores. 2004 .Cherry chlorotic rusty spot and Amasya cherry diseases are associated with a complex pattern of mycoviral-like double-stranded RNAs II. Characterization of a new species in the genus *Partitivirus*. J. Gen. Virol. , 85: 3399–3403

Cui, X. , B. Fan, J. Scholz and Z. Chen. 2007 . Roles of Arabidopsis Cyclin-

Dependent Kinase C Complexes in Cauliflower Mosaic Virus Infection, Plant Growth, and Development.Purdue Univrsity News I:\PLANT VIRUSES\CAULIVIRUSES\Discovery in plant virus may help prevent HIV and similar viruses.htm

Damsteegt , V. D. 1999 . New and Emerging Plant Viruses .APSnet Feature. The American Phytopathological Society.

Derr , M. 1999 . Potexviruses. Pennsylvania Dept. of Agriculture, Plant Pathology Circular No. 83 , Regulatory horticulture 25 (2): 21 – 23

Derrick , P. M. , H. Barker and K. J. Oparka. 1992 . Increase in plasmodesmatal permeability during cell-to-cell spread of tobacco rattle virus from individually inoculated cells. The Plant Cell , 4 (11): 1405 – 1412

Destito , G., R.Yeh , C. S. Rae , M. G. Finn and M. Manchester. 2007 . Folic acid-mediated targeting of cowpea mosaic virus particles to tumor cells. Chem Biol., 14(10):1152-1162

Dahala , G., R. Ortiz, A. Tenkouano , J. d'A. Hughes, G. Thottappilly, D. Vuylsteke and B. E. L. Lockhart. 2000 . Relationship between natural occurrence of banana streak badnavirus and symptom expression, relative concentration of viral antigen, and yield characteristics of some micropropagated Musa spp. Plant Pathology , 49: 68–79

Diaz-Pendon , J. A., F. Li,W-X Li, and S-W Ding. 2007 . Suppression of

antiviral silencing by cucumber mosaic virus 2b protein in *Arabidopsis* is associated with drastically reduced accumulation of three classes of viral small interfering RNAs. The Plant Cell , 19: 2053–2063 www.plantcell.org

Duffus , E. and D. C. Stenger. 1998 . Squash leaf curl virus. In Description of Plant Viruses

Duran-Vila, N., C. N. Roistacher, R. Rivera-Bustamante and J. S. Semancik. 1988 . A definition of citrus viroid groups and their relationship to the exocortis disease.J Gen Virol 69 (1988), 3069-3080

El-Zayat , M. M., A.M. Shamloul, K.S. Abdulsalam, M. Djerbi and A. Hadidi. 2002 . Molecular detection and identification of a prokaryotic pathogen associated with Al-Wijam declining disease of date palms in Saudi Arabia. Arab J. Biotech. , 5 (2): 193-206

EPPO/CABI . 1996 . *Spiroplasma citri.* In: *Quarantine pests for Europe.* 2nd edition (Ed. by Smith, I.M.; McNamara, D.G.; Scott, P.R.; Holderness, M.). CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK.

EPPO. 2011 . Tomato apical stunt pospiviroid , a new disease of tomato.PDF,1pp.

Fajinmi , A. A. and O. B. Fajinmi. 2010 . Incidence of okra mosaic virus at different growth stages of okra plants ([*Abelmoschus esculentus* (L.) *Moench*) under tropical condition. Journal of General and Molecular

Virology , 2 (1): 028-031 Available online at
http://www.academicjournals.org/JGMV

FAO. 1991. Graft-transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis of graft-transmissible diseases of citrus

Falk , B. W. and T. Tian. 1999 . Lettuce infectious yellows virus. Description of plant viruses.
http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=369

Fauquet, C. and Fargette, D. 1990. African cassava mosaic virus: etiology, epidemiology and control. Plant Dis,74: 404–411

Fauquet, C. M. , M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger, and L.A. Ball. 2005 . Virus Taxonomy. 8th Reports of the International Committee on Taxonomy of Viruses. (eds).Academic Press, 1162 pp. Elsevier Publication Date: 27 May 2005

Ferreira , S. A. and A. R. Boley. 1992 . Cucumber Mosaic Virus. Department of Plant Pathology,CTAHR.University of Hawaii at Manoa

Ferreira, S. A., E. E. Trujillo and D. Y. Ogata. 1997 . from an earlier version titled "Bunchy Top Disease of Bananas," Commodity Fact Sheet BAN-4(A), 1989. Nilton Matayoshi and Myron Isherwood, Hawaii Department of Agriculture, provided comment.1CTAHR Department of Plant Pathology, 2CTAHR Agricultural Diagnostic Service Center

Folimonova , S. Y., A. S. Folimonov, S. Tatineni and W. O. Dawson. 2008 . *Citrus Tristeza Virus*: Survival at the edge of the movement continuum. Journal of Virology , 82 (13): 6546–6556

French , R. and D. C. Stenger. 2002 . Wheat streak mosaic virus. Description of plant viruses
http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=393

Frison, E.A., M. Diekmann and D. Nowell, editors. 1999. FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. No. 20. Cacao (1st revision). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Plant Genetic Resources Institute, Rome

Fulton , R. W. 1970 . Prunus necrotic ringspot virus. In: Description of Plant viruses

Gago, S., S. F. Elena, R. Flores and R. Sanjuán. 2009 . Extremely high mutation rate of a hammerhead viroid. Science , 323 (5919): 1308

Garnsey , S. M. 1991 .Graft-transmissible diseases of citrus. Handbook for detection and diagnosis of graft-transmissible diseases of citrus.. FAO Corporate Document Repository

Ghanem , G. A. M. 2003 . Okra leaf curl virus: A monopartite begomovirus infecting okra crop in Saudi Arabia. Arab J. Biotech. , 6 (1): 139-152

Gray , S. M. and N. Banerjee. 1999 . Mechanisms of arthropod transmission

of plant and animal viruses. Microbiol Mol Biol Rev. 63 (1): 128-148

Goheen, A. C. 1989 . Virus diseases and grapevine selection. *American Journal of Enology and Viticulture* , 40: 67-72

Gottlieb, Y., E. Zchori-Fein, N. Mozes-Daube, S. Kontsedalov, M. Skaljac, M. Brumin, I. Sobol, H. Czosnek, F. Vavre, F. Fleury and M. Ghanim. 2010. The transmission fffficiency of *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* by the whitefly *Bemisia tabaci* is correlated with the presence of a specific symbiotic bacterium species. Journal of Virology,84 (18): 9310-9317 (Abstract)

Hammond , R. W. and R. A. Owens. 2006 . Viroids: new and continuing risks for horticultural and agricultural crops. APSnet Feature. American Phytopathological Society

Hampton , R. O., K. E. Keller and J. R. Baggett. 1998 . Beet western yellows luteovirus in western Oregon. Plant disease , 82 (2): 140 - 148 o Rhips in

Heaphy, S. 1998. Prion Diseases. In: Introduction to molecular virology By Rybicki , E. D. 2006

Heaphy, S. 1996. Viroids and Virusoids http://www.tulane.edu/~dmsander/WWW/335/Viroids.html

Hehnle, S.,C. Wege, and H. Jeske. 2004 . Interaction of DNA with the

movement proteins of Geminiviruses revisited. Journal of Virology, 78 (14): 7698-7706

Hibino , H. 1986. *rice ragged stunt virus*. In description of Plant viruses

Hoefert, L.L. (1987) Association of squash leaf curl virus with nuclei of squash vascular cells. Phytopathology 77, 1596-1600

Horvath , J. , I. Tobias and K. Hunyadi . 1994. New natural herbaceous hosts of grapevine fanleaf nepovirus. Horticultural Science 26: 31-32

Huang , Y-W. , Y-F. Geng, X-B. Ying, X-Y. Chen, and R-X. Fang. 2005 . Identification of a movement protein of rice yellow stunt rhabdovirus. Journal of Virology , 79 (4): 2108-2114 0022-538X/05/$08.00+0 doi:10.1128/JVI.79.4.

Hughes, J. d'A., D. Adomako and L.A.A. Ollennu. 1995. Evidence from the virobacterial agglutination test for the existence of eight serogroups of cocoa swollen shoot virus. Ann. Appl. Biol., 127:297-307

Huss , M. J. 2002 .Lecture Notes - Set No. 1. Plant diseases caused by viruses

ICTVdB Management . 2006a . 00.017.0.01. Closterovirus. In: *ICTVdB - The Universal Virus Database*, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management . 2006b . 00.017.0.01.008. Citrus tristeza virus. In: *ICTVdB - The Universal Virus Database*, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006 c. 00.065.0.02. Waikavirus. In: *ICTVdB - The Universal Virus Database*, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management . 2006 d. 00.065.0.02.003. Maize chlorotic dwarf virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management . 2006 e. 00.039.0.02.003. Beet western yellows virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management . 2006 f. 00.039.0.01. Luteovirus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management . 2006 g. 00.018.0.01.001. Cowpea mosaic virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006 h. 00.010.0.04.001. Cucumber mosaic virus. In: *ICTVdB - The Universal Virus Database*, version 4. Büchen-Osmond, C.

(Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management .2006 i. 00.060. Reoviridae. In: *ICTVdB - The Universal Virus Database*, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006 j. 00.060.0.08.001. Rice dwarf virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006k. 00.060.0.09.001. Rice ragged stunt virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006 l. 00.069.0.01. Tenuivirus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006m . 00.015.0.05. Badnavirus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006n. 00.029.0.02.001. Beet curly top virus. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006o. 00.029.0.03.041. Tomato mottle virus. In:

ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management. 2006p. 80. Viroids. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Management .2006q. 00.056.0.01.001. Potato virus X. In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C. (Ed), Columbia University, New York, USA

ICTVdB Description. 2002a . 72.0.1.0.001 Tobacco rattle virus. International Committee on Classification of Viruses.
G:\PLANT VIRUSES\Tobacco Rattle Virus\72_0_1_0_001 Tobacco rattle virus.htm

ICTVdB Description. 2002b .72.0.1.0.001. *Furovirus*. International Committee on Classification of Viruses
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/ICTVdB/00.027.0.01.htm

ICTVdB Description. 2002c. . 00.057. *Potyviridae*. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002d. 14.0.1. *Carlavirus*. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002e. 00.085.0.01. Genus *Vitivirus* . International

Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002f. 00.057.0.01. Genus *Potyvirus* . International Committee on Classification of Viruses.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/ICTVdB/57010000.htm

ICTVdB Description. 2002g. 00.057.0.01.062 Genus *Sugarcane mosaic virus*. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002h. 00.057.0.01.001 Potato virus Y. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002i. 00.057.0.01.072 Turnip mosaic virus . International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002j. 00.057.0.01.077 Zucchini yellow mosaic virus . International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002k.65.0.2.0.004 Rice tungro sphericalvirus. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002l .39.0.1.0.012 Potato leafroll virus. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB Description. 2002m. 39.0.1.1.002 Barley yellow dwarfvirus. International Committee on Classification of Viruses.

ICTVdB . 2002 -Index of Viruses –Family 01.062. *Rhabdoviridae.* http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/index.htm

ICTVdB Index of Viruses. 2002 .Family 00.o60 . Reoviridae

Index of Viruses - Bromoviridae (2006a). In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C (Ed), Columbia University, New York, USA. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/fs_index.htm

Index of Viruses - Caulimoviridae (2006b). In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C (Ed), Columbia University, New York, USA.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/fs_index.htm

Index of Viruses - Avsunviroidae (2006c). In: ICTVdB - The Universal Virus Database, version 4. Büchen-Osmond, C (Ed), Columbia University, New York, USA.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/fs_index.htm

International Rice Research Institute. 2002 . Rice Hoja Blanca (RHBV). Standard Evaluation System for Rice

Ivia , L. N. 2007 .EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests (version 2007-09) In: EPPO/CABI (1997) Quarantine Pests for Europe. 2nd edition. Edited by Smith IM, McNamara DG, Scott PR, Holderness M. CABI International, Wallingford, UK, 1425

pp http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm

Jackson , G. V. H. and J.G. Wright. 2005 . Banana bunchy top. Pest Advisory Leafltet NO. 2. 2nd Ed. Plant Protection Service Secretariat of the Pacific Community

Jian, J., D. K. Lakshman, and S. M. Tavantzis. 1997. Association of distinct double-stranded RNAs with enhanced or diminished virulence in *Rhizoctonia solani* infecting potato. Mol. Plant-Microbe Interact. 10:1002-1009

Keese , P and A. Gibbs. 1993 . Plant viruses: master explorers of evolutionary space.Curr Opin Genet Dev , 3(6):873-877

Kobayashi , K., S. Tsuge, L. Stavolone and T. Hohn. 2002 . The cauliflower mosaic virus virion-associated protein is dispensable for viral replication in single cells. Journal of Virology, 76 (18): 9457-9464

Korkmaz , S., S. Onder, Y. Tomitaka and K. Ohshima. 2006 . First report of *Turnip mosaic virus* on *Brassicaceae* crops in Turkey. New Disease Reports, 14: 25

Koudelka , K. J, G. Destito , E. M. Plummer , S. A.Trauger , G. Siuzdak and other authors. 2009 . Endothelial targeting of cowpea mosaic virus (CPMV) via surface vimentin. PLoS Pathog 5(5): e1000417.
doi:10.1371/journal.ppat.1000417

Kucharek , T. 2004 . 2004 Florida plant disease management guide: Okra. Plant Pathology Department document PDMG-V3-41. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL.

Lazarowitz , S. G. Plant viruses. In: Fundamental virology. 4th. ed. By Knipe , D. M. and P. M. Hawley and coauthors. Lippincott Williams & Wilkins

Legg , J. P. and C.M. Fauquet. 2004 . Cassava mosaic geminiviruses in Africa. Plant Molecular Biology , 56: 585–599

Levine , A. J. 2001 . The origin of virology. In: Fundamental virology. 4th. ed. By Knipe , D. M. and P. M. Hawley and coauthors. Lippincott Williams & Wilkins

Levy , L. , V. Damsteeg , R.corza and M. Kölber. 2000 . Plum Pox Potyvirus disease of stone fruits. APSnet Feature

Li ,Y. , M. Y. Wu , H. H. Song , X. Hu and B. S. Qiu . 2005 . Identification of a tobacco protein interacting with tomato mosaic virus coat protein and facilitating long-distance movement of virus. Arch Virol. , 150 (10) :1993-2008

Lipps , P. E. and D. R. Mills. Maize dwarf mosaic, maize chlorotic dwarf diseases of corn. Fact sheet AC-0024-01. The Ohio State University

Liu , H., M. I. Boulton and J. W. Davies. 1997 . Maize streak virus coat protein binds single- and doublestranded DNA *in vitro*. Journal of General Virology, 78: 1265 - 1270

Lockhart, B.E.L. and N.E. Olszewski. 1994.Badnavirus Group. In: Encyclopedia of Virology, Vol. I, R.G. Webster, and A. Granoff (eds.), Academic Press, New York. pp. 139-143.Cited by: (Lockhart,1996)

Lockhart , B. E. 1996 . Banana streak badnavirus infection in Musa: epidemeology,diagnosis and control. Department of Plant Pathology,University of Minnesota,St. Paul, USA.pdf , 11 pp.

Lovisolo , O. 1971 . Maize rough dwarf virus. Description of Plant Viruses http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=072

Lubicz , J. V. ,C. M Rush , M. Payton and T. Colberg. 2007 . *Beet necrotic yellow vein virus* accumulates inside resting spores and zoosporangia of its vector Polymyxa betae BNYVV infects P. betae.Virology Journal , 4: 37 doi:10.1186/1743-422X-4-37

Lucas , W. J. 2006 . Plant viral movement proteins: Agents for cell-to-cell trafficking of viral genomes. Virology , 344: 169 – 184

Mackie, A., A. Taylor, R. Jones and S. Kumar. 2006 . Potato Spindle Tuber Viroid.fact sheet, Note: 162. Department of agriculture and Food.The State of Western Australia

Magenya , O. E. V., J. Mueke and C. Omwega. 2008 . Significance and transmission of maize streak virus disease in Africa and options for management: A review. African Journal of Biotechnology , 7 (25): 4897-4910

Martelli , G. P. , B. Walter and L. Pinck. 2001 . Grapevine fanleaf virus http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=385

Martin J. Huss , M. J. 2002 . Lecture Notes - Set No. 1. Plant dusaeses caused by viruses

Martínez-Gil , L., J. A. Sa´nchez-Navarro, A. Cruz, V. Palla´s, J. Pe´rez-Gil and I. Mingarro. 2009 . Plant virus cell-to-cell movement is not dependent on the transmembrane disposition of its movement protein. Journal of Virology , 83 (11): 5535–5543

Matthews-Berry , S. 2010 . Emerging viroid threats to UK tomato production. The Food and Environment Research Agency (Fera). PDF 3 pp. Web: www.defra.gov.uk/fera/plants/plantHealth

Moffat, A. S. 1999. Geminiviruses Emerge as Serious Crop Threat. Science, 286: 1835

Memelink ,J., I. M. C.I. M. van der Vlugt, H. J. M. Linthorst, A. F. L. M. Derks, C. J. Asjes and J. F. Bol. Homologies between the genomes of a carlavirus (lily symptomless virus) and a potexvirus (lily virus X) from lily plants. Gen Virol 71 (1990), 917-924

Meyer , M., O. Hemmer, M. A. Mayo and C. Fritsch. 1986 . The nucleotide sequence of tomato black ring virus RNA-2. J. gen. Virol., 67, 1257-1271

Morales , F. J. and A. I. Niessen. 1986 . Rice hoja blanca virus.In Descripyive of Plant viruses

Moran , N. A. 2006 . Symbiosis. Current Biology, 16: R866-R871 http://www.current-biology.com/content/article/fulltext?uid=PIIS0960982206022123#

Moreno, Nebreda , Diaz, García, Salas and Fereres. 2007 . Temporal and spatial spread of *Lettuce mosaic virus* in lettuce crops in central Spain: factors involved in *Lettuce mosaic virus* epidemics.Annals of Applied Biology, 3 (10): 351-360

Morra , M. R. and I. T. D. Petty. 2000 . Tissue specificity of geminivirus infection is genetically determined. Plant Cell , 12: 2259-2270

Moyer , J. W. , Thomas German , John L Sherwood and Diane Ullman. 1999 . An update on tomato spotted wilt virus and related tospoviruses. APSnet Feature. The American Phytopathological Society

Murant , A. F. 1970 . *Tomato black ring virus.* In Description of plant viruses

Muralidharan , K. , D. Krishnaveni, N. V. L. Rajarajeswari and A. S. R. Prasad. 2003 . Tungro epidemics and yield losses in paddy fields in India.

Current Science , 85 (8): 1143 - 1147

Murayama , A., Y. Yamaya and M. Ikegami. 1991 . Identification of the coat protein gene of bean golden mosaic geminivirus.Intervirology , 32: 258-261 (Abstract)
http://content.karger.com/ProdukteDB/produkte.asp?Doi=150208

Murphy, J. F., G. W. Zehnder, D. J. Schuster, E. J. Sikora, J. E. Polston and J. W. Kloepper. 2000 . Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against *Tomatomottle virus.* Plant Dis. , 84 :779-784

Naraghi-Arani , P. , S. Daubert and A. Rowhani. 2001 . Quasispecies nature of the genome of Grapevine fanleaf virus. *Journal of General Virology* , 82: 1791-1795

Nameth , S. 2007 . Cucumbe mosaic virus.Ohaio Floriculture Online. Ohaio State University. Department of Plant Pathology

Noris, E., A. M. Vaira, P. Caciagli, V. Masenga, B. Gronenborn and G. P. Accotto. 1998 . Amino acids in the capsid protein of tomato yellow leaf curl virus that are crucial for systemic infection, particle formation, and insect transmission. Journal of virology , 72 (12): 10050–10057

Novy, R. G., A. M. Gillen and J. L. Whitworth. 2007. Characterization of the expression and inheritance of potato leafroll virus (PLRV) and potato virus y (PVY) resistance in three generations of germplasm derived from

solanum etuberosum. Theoretical and Applied Genetics. 114:1161-1172

Nuessly , G. S. and S. E. Webb. 2002 . Insect Management for Leafy Vegetables (Lettuce, Endive and Escarole)
http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_IG161

Omura , T. and H. Inoue. 1985 . Rice gall dwarf virus
http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=296

Owens , R. A. and R. W. Hammond. 2009 . Viroid pathogenicity: One process, many faces. Viruses , 1: 298 - 316

Pappu , H. P. , D.B. Langston, J.T. Flanders, and D.G. Riley . 2001 . Tomato Yellow Leaf Curl is Here! The Bugwood Network Department of Entomology - College of Agricultural and Environmental Sciences The University of Georgia - Athens, Tifton, Griffin, and Statesboro GA USA

Peter,, K., D., Liang, P. Palukaitis and S. M. Gray. 2007. Small deletions in the potato leafroll virus readthrough protein affect particle morphology, aphid transmission, virus movement and accumulation. Journal of General Virology , 88 :1821-1830 (Abstract)

Preiss , W. and H. Jeske. 2003 . Multitasking in replication is common among Geminiviruses. Journal of Virology , 77 (5): 2972-2980

Pernezny, K., T. Robert , Jr McMillan, E. Heibert and R. Lentini . 2007 .

SWFREC - Bean Golden Mosaic Disease in Florida. Southwest florida Research and Education Center

Polston , J. E. , R. J. McGovern, T. Sherwood, and R. Kelly. 2007 . New developments in tomato yellow leaf curl virus in Florida.University of Florida. Gulf Coast Research and Education Center

Provvidenti , R. 2000 . Zucchini yellow mosaic. APSnet feature. New York State Agricultural Experiment Station Cornell University

Purcifull , D. E. and E. Hiebert. 1982 . Tobacco etch virus. Description of Plant Viruses 55

Putnam , M. and C. M. Ocamb. 2007. Potato (*Solanum tuberosum*) -- Potato Leafroll Virus (Leaf Roll). An Online Guide to Plant Disease Control. Oregon State University extention

Randles , J. W. and J. S. Imperial. 1984 . Coconut cadang-cadang viroid. In Description of Plant Viuses

Rasochova′, L., B. K. Passmore, B. W. Falk and W. Allen Miller. 1997 . The satellite RNA of barley yellow dwarf virus-RPV is supported by beet western yellows virus in dicotyledonous protoplasts and plants. Virology , 231: 182– 191

Rasoulpour , R. and K. Izadpanah. 2008 . Properties and taxonomic position of Horay cress strain of cucumber mosaic virus. Journal of Plant Pathology ,

90 (1): 97-102

Redinbaugh, M.G., Hogenhout, S.A. 2005. Plant rhabdoviruses. In the series "Current Topics in Microbiology and Immunology, 292". New York, NY:Springer-Veriag. p. 143-163

Redondo , E. , R. Krause-Sakate, S-J. Yang , H. Lot , O. L. Gall , and T. Candresse . 2001 . Lettuce mosaic virus pathogenicity determinants in susceptible and tolerant lettuce cultivars map to different regions of the viral genome. MPMI , 14: 804-810

Roberts , P. D. , R. J. McGovern , R.F. Lee and C.L. Niblett. 2001 . Tristeza. CH089, Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences

Robertson, N.L., French, R.C. 2007. Genetic structure in natural populations of barley/cereal yellow dwarf virus isolates from Alaska. Archives of Virology , 152(5): 892-902

Rybicki , E. D. 2006 . Introduction to molecular virology

Sabaratnam , S. 2010 . Tomato Chlorotic Dwarf Viroid (TCDVd): An Overview. Abbotsford Agriculture Centre , British Columbia Ministry of Agriculture & Lands

Saito , T. , T. Meshi , N. Takamatsu and Y. Okada .1987 . Coat protein gene sequence of tobacco mosaic virus encodes a host response determinant. Proc

Natl Acad Sci U S A., 84 (17) :6074-6077

Savary, S. , N. Fabellar, R. E. Tiongco, and P. S. Teng. 1993 .A characterization of rice tungro epidemics in The Philippines from historical survey data. Plant Dis. 77:376-382

Schonewolf, K. , T. Leonard , G. Swartzentruber and Melissa Karschner. 2003 . Explaining the serial endosymbiosis theory using chloroplast , mitochondria and undulipodia. Journal of Systematic Biology at Susquehanna University ,10 ( 2 )
http://comenius.susqu.edu/bi/202/Journal/Vol10/number2/POB-2.htm

Scholthof , K. B. 2004 . Tobacco mosaic virus: a model system for plant biology.Annu Rev Phytopathol. , 42: 13 - 34

Shaw , J. G. 1996 . Plant viruses. In: Fundamental virology. 3rd. ed. By Knipe , D. M. and P. M. Hawley and coauthors.Philadelphia .Lippencott-Raven

Shaw , J. G. 1999 . Tobacco mosaic virus and the study of early events in virus infections. Phil.Trans. R. Soc. Lond. B , 354: 603 - 611

Shikata , E. 1987 . Rice black-streaked dwarf *fijivirus* Plant Viruses Online .Descriptions and Lists from the VIDE Database
http://image.fs.uidaho.edu/vide/descr684.htm

Simone, G. W., J. K. Brown , E. Hiebert andR. E. Cullen. 1990 .New

geminivirus epidemic in Florida tomatoes and peppers. Phytopathology, 80: 1063

Singh, R. p., X. Nie and M. Singh. 1999 . Tomato chlorotic dwarf viroid: an evolutionary link in the origin of pospiviroids. Journal of General Virology , 80: 2823-2828

Stobbs , L. W. and J. G. Van Schagen. 1984 . Occurrence of tomato black ring virus on grapevine in southern Ontario. Canadian Plant Disease Survey 64: 1

Strausbaugh, C. A., A. M. Gillen, S. Camp, C. C. Shock, E. P. Eldredge and J. J. Gallian. 2007. Relationship of beet curly top foliar ratings to sugar beet yield. Plant Dis. , 91: 1459-1463

Tabler, M. and M. Tsagris. 2004 . Viroids: petite RNA pathogens with distinguished talents. TRENDS in Plant Science , 9 (7): 339 – 348

Te , J. , U. Melcher , A. Howard and J. Verchot-Lubicz. 2005 . Soilborne wheat mosaic virus (SBWMV) 19K protein belongs to a class of cysteine rich proteins that suppress RNA silencing. *Virology Journal* 2005, 2:18doi:10.1186/1743-422X-2-18
http://www.virologyj.com/content/2/1/18

Thomas , J. and D. Persley. 2007 . Tomato yellow leaf curl virus . Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland

University of Georgia. 2010 . Widely Prevalent Viruses of the United States. Center for Invasive Species and Ecosystem Health.
http://www.prevalentviruses.org/about.cfm

Van Regenmortel , M. H. V. , C. M. Faquet , D. Bishp and other coauthors. 1999 . Seventh report of the International Committee on taxonomy of viruses. San Diego, Academic Press

Vassilakos, N., E. K. Vellios , E. C. Brown , D. J. F. and S. A. MacFarlane. 2001 . Tobravirus 2b protein acts *in Trans* to facilitate transmission by nematodes. Virology , 279: 478-487

Verchot-Lubicz , J. C-M. Ye and D. Bamunusinghe. 2007 . Molecular biology of potexviruses: recent advances . Published online ahead of print on 2 March 2007 as DOI 10.1099/vir.0.82667-0. REVIEW

Verhoeven , J. Th. J., C. C. C. Jansen , and J. W. Roenhorst. 2006 . First report of *Tomato apical stunt viroid* in tomato in Tunisia. Plant Dis. , 90 (4): 528.1-528.1

Vigne, *E.* , M. Bergdoll, S. Guyader and M. Fuchs. *2004* . Population structure and genetic variability within isolates of Grapevine fanleaf virus from a naturally infected vineyard in France: evidence for mixed infection and recombination. Gen Virol , 85: 2435-2445 . DOI 10.1099/vir.0.79904-0

Visser , P. B., A. Mathis and H. J. M. Linthorst. 1999 . Tobraviruses. Encyclopaedia of Virology: 1784-1789

Wang, T. C. and S. Green.2001 . Tomato Diseases.Potato Virus Y (PVY). AVRDC International Cooperators' Fact Sheet

Warburton , H. , S. Villareal, and P. Subramanian. 1998 . rice tungro management practices in India and the Philippines. In: Rice tungro disease management. Proceedings of a workshop, 9-11 Nov. 1998, Los Baños Laguna, Philippines. Edited by T.C.B. Chancellor, O. Azzam, and K.L. Heong

Wikipedia. 2007a . Prion. http://en.wikipedia.org/wiki/Prion

Wikipedia. 2007b . Cauliflower mosaic virus http://en.wikipedia.org/wiki/Cauliflower_mosaic_virus

Wikipedia. 2007c. Geminiviridae

Wickner , R. 2006 . Viroids and Virusoids. MicrobiologBytes http://www.microbiologybytes.com/blog/

Wintermantel , W. M. 2007 . Genetic variation among *Beet curly top virus* isolates infecting weed and crop hosts in California. USDA-ARS-CIPRU. Salinas, California

Wistreich , G. A. and M. D. Lechtman. 1984 . Microbiology 4$^{th}$. ed. Macmillan publishing company New York

Wolf, E. D. 2002 . Barley Yellow Dwarf. Field Crop Disease Facts. The

Pennsylvania State University

Wu , J. and X. Zhou. 2002 . Effects of replacing the movement protein gene of Tobacco mosaic virus by that of Tomato mosaic virus. Virus Res. 2002 , 87(1):61-67

Zelazny, B.; Randles, J.W.; Boccardo, G.; Imperial, J.S. (1982) The viroid nature of the cadang-cadang disease of coconut palm. *Scientia Filipinas* 2, 45-63

Zaitlin , M. and P. Palukaitis. 2000 . Advances in understanding plant viruses and virus diseases. Annual Review of Phytopathology , 38: 117 – 143 (Abstract)

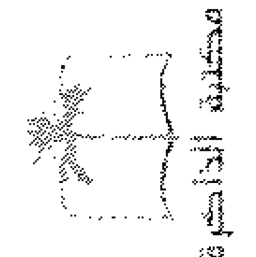
Zhang , W., N. H. Olson , T. S. Baker, L. Faulkner , M. Agbandje-McKenna , M. I. Boulton, J. W. Davies and R. McKenna . 2001 . Structure of the maize streak virus geminate particle. Virology , 279: 471 – 477 available online at http://www.idealibrary.com

Zitter, T. A. and R. Provvidentipt. 1984a . Virus diseases of snap and dry beans. Fact Sheet Page: 729.30. Cornell University. Vegetable MD Online

Zitter, T. A. and R. Provvidenti. 1984b . Virus Diseases of Crucifers. Fact Sheet Page: 730.20 .Vegetable MD Online. Dept. of Plant Pathology, Cornell University

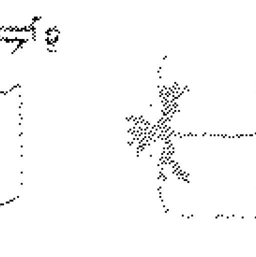
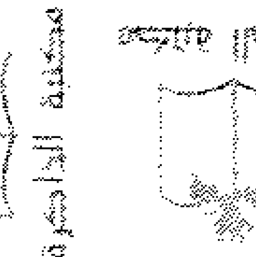
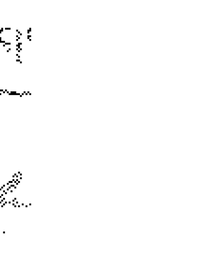
Zitter, T. A. and M. T. Banik. 1984. Virus Diseases of Cucurbits . Fact

Sheet Page: 732.40. Vegetable MD Online. Dept. of Plant Pathology, Cornell University

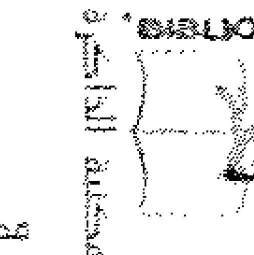




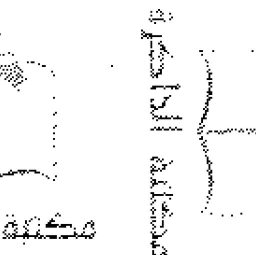
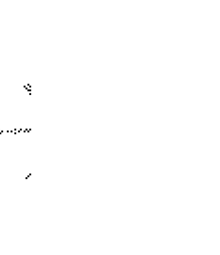
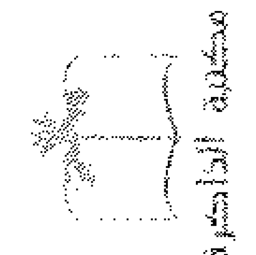


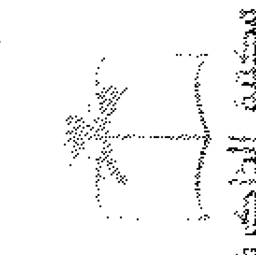
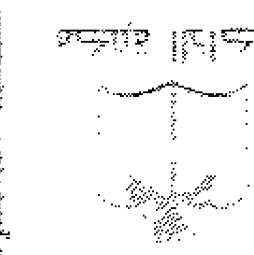




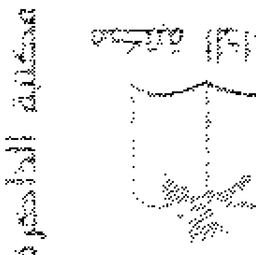
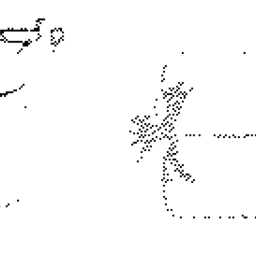
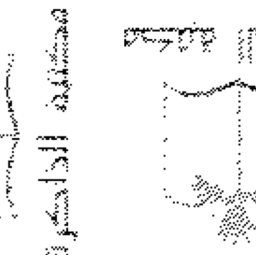


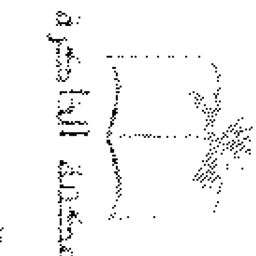


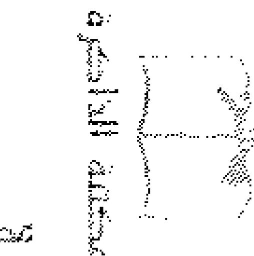
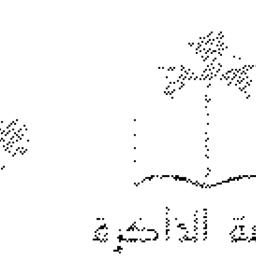
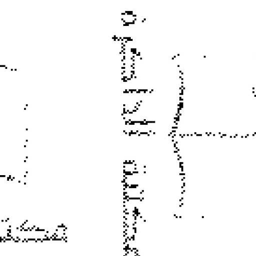
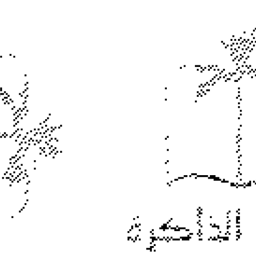
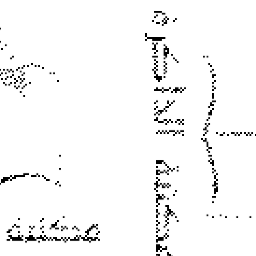
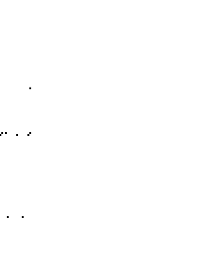
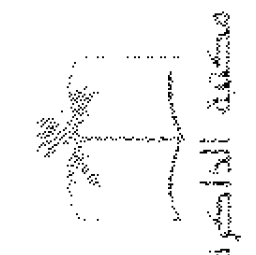
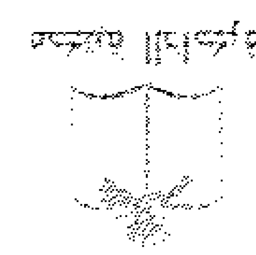
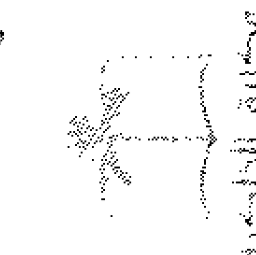
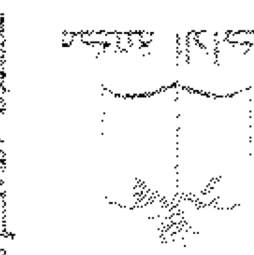
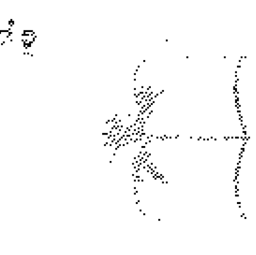
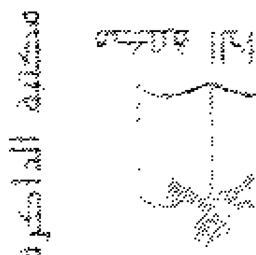
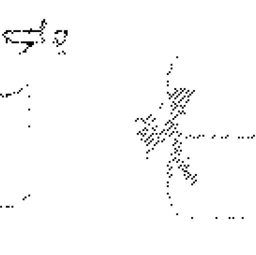
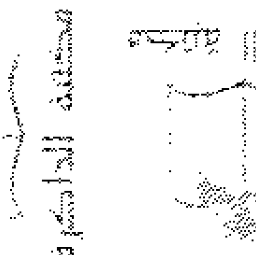
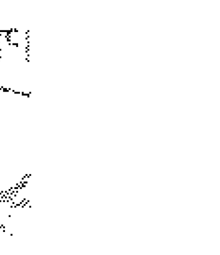


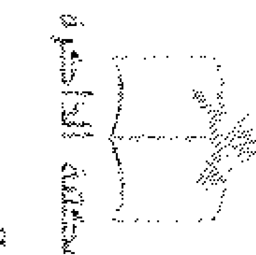
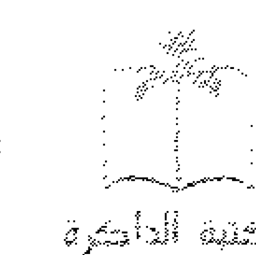
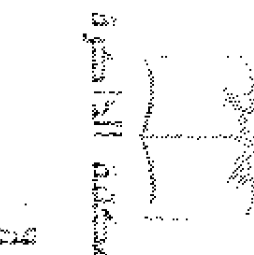
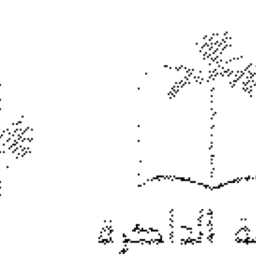
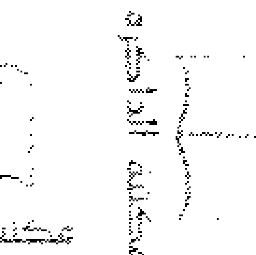
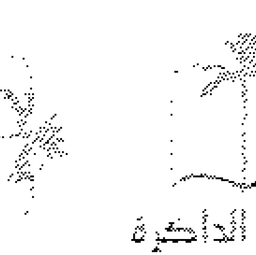
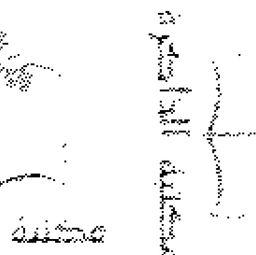
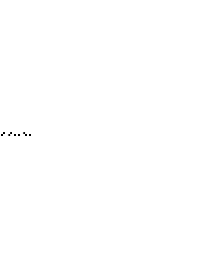
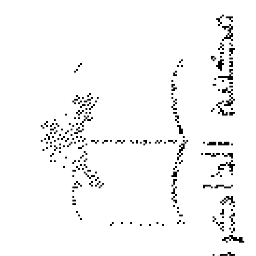
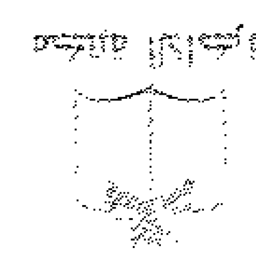
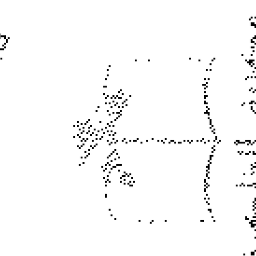
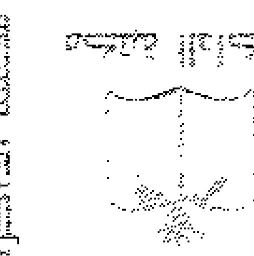
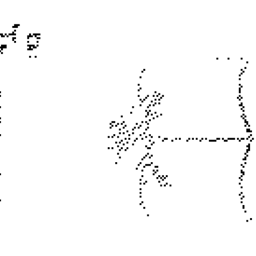
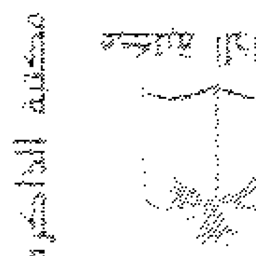
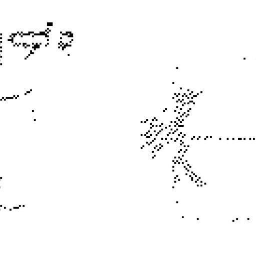
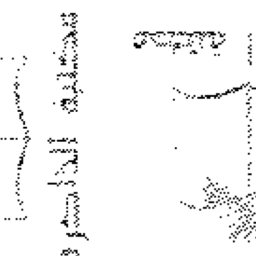




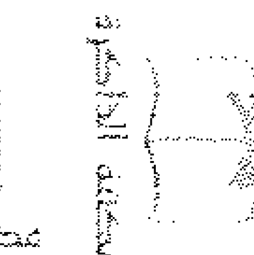
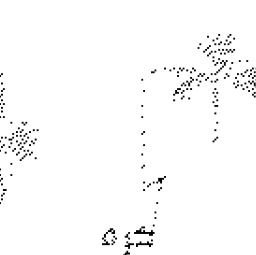
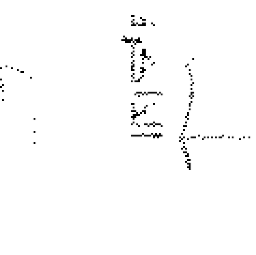




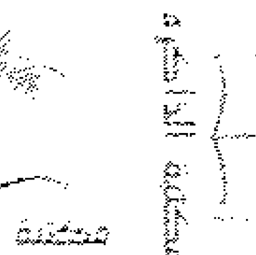
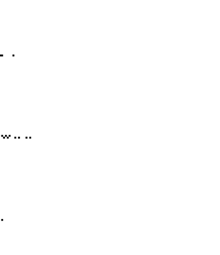
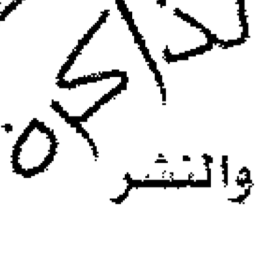



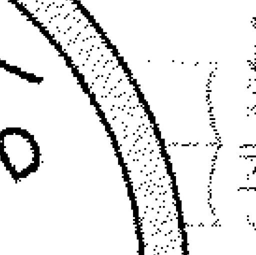
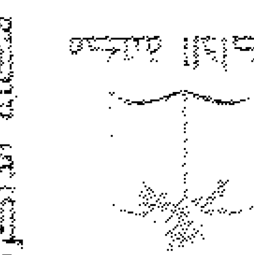
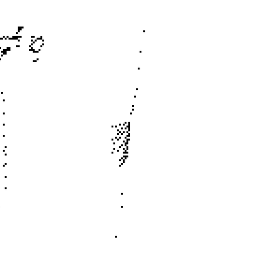
















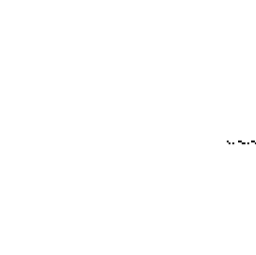
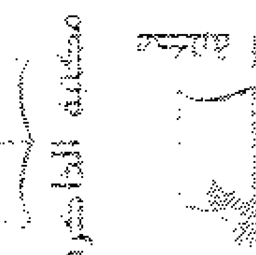

















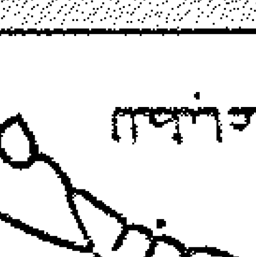
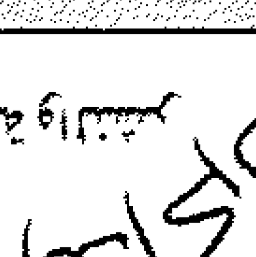
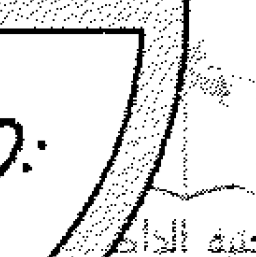
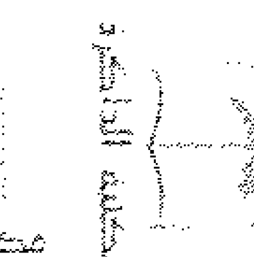


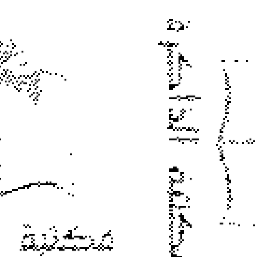
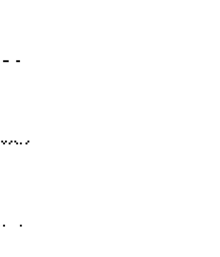




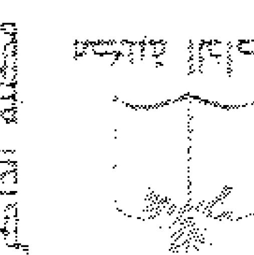
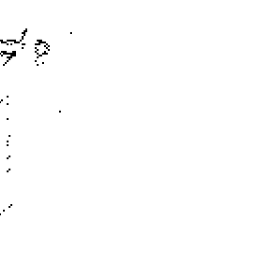



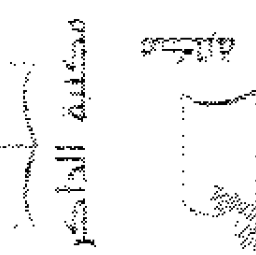





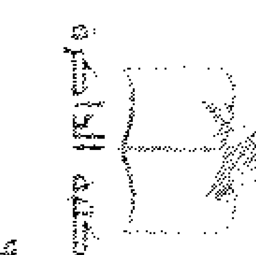
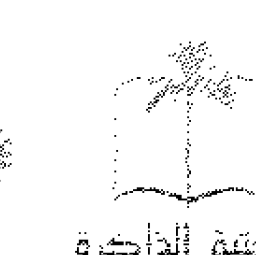
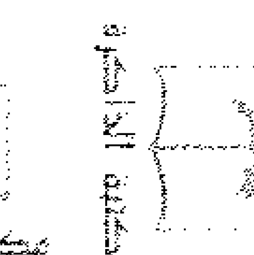


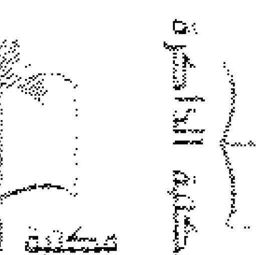
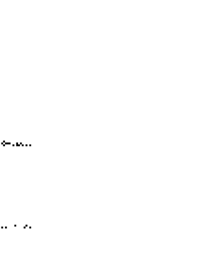
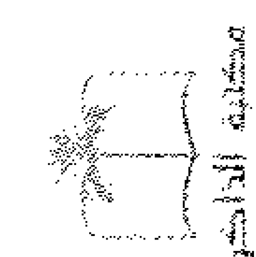


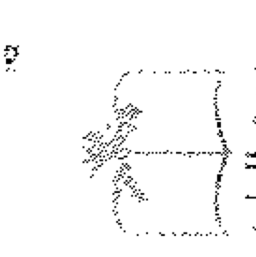
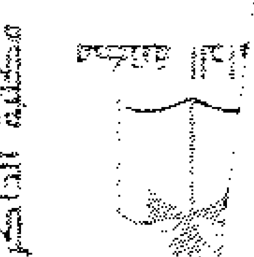
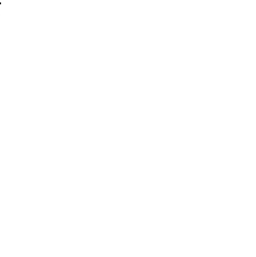



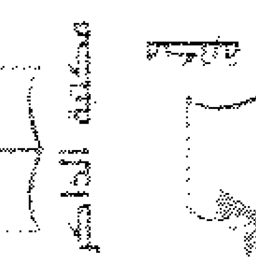



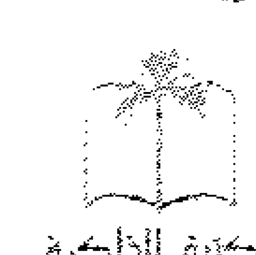
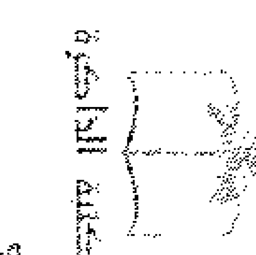





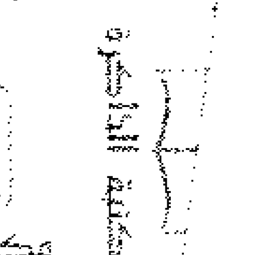


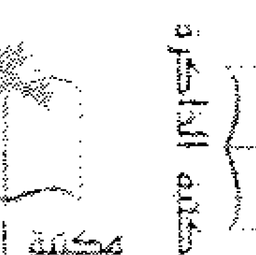
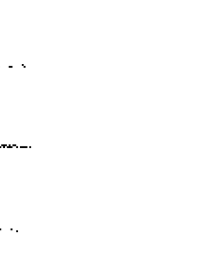
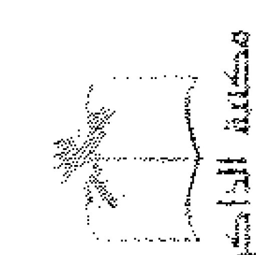




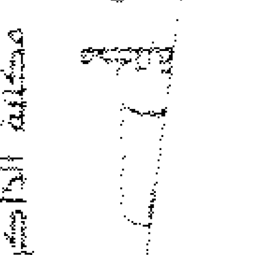



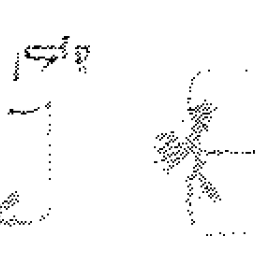
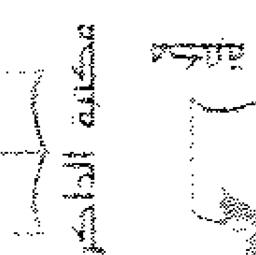



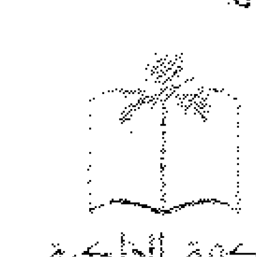
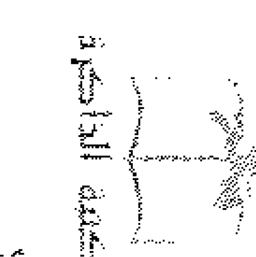
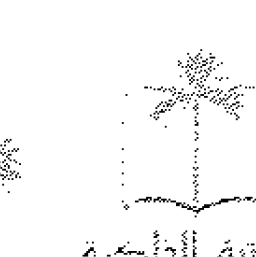
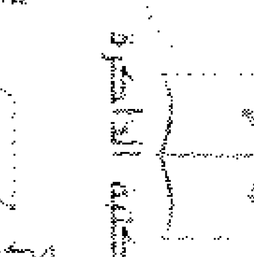


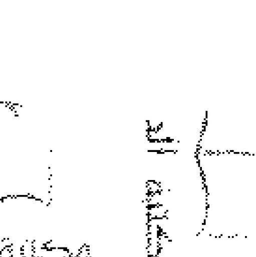


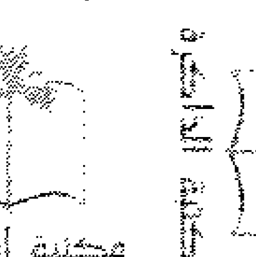
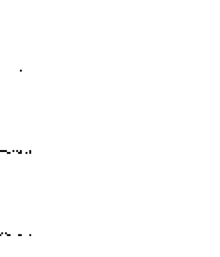
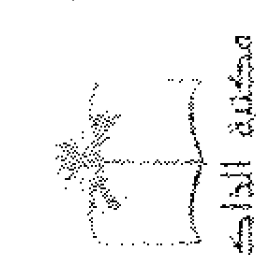
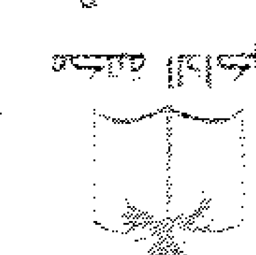




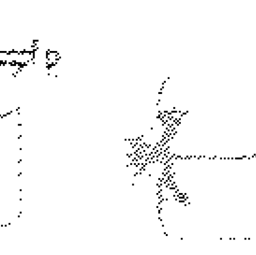
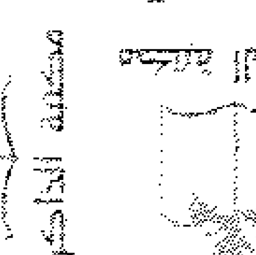
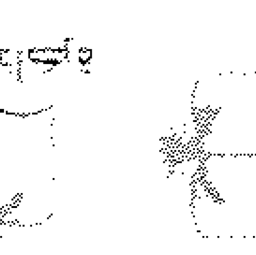
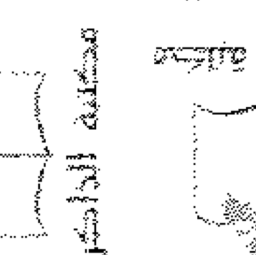



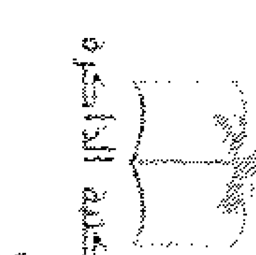
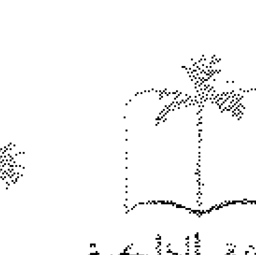
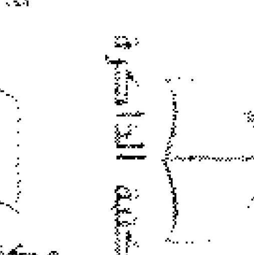




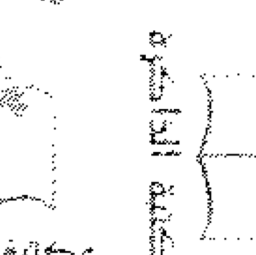





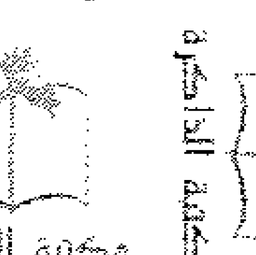
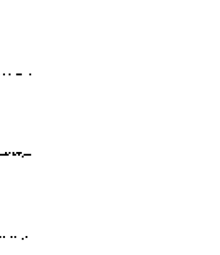






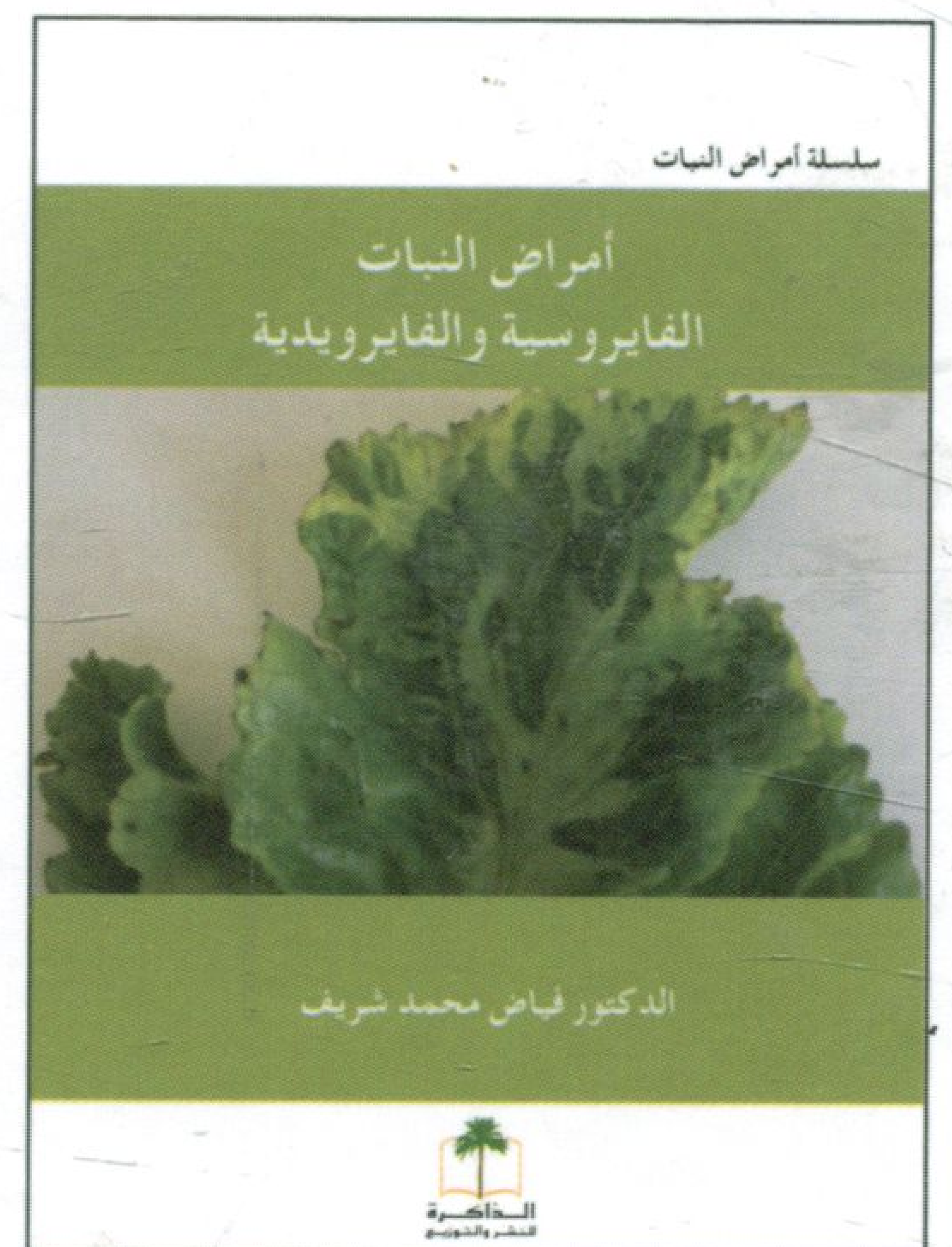






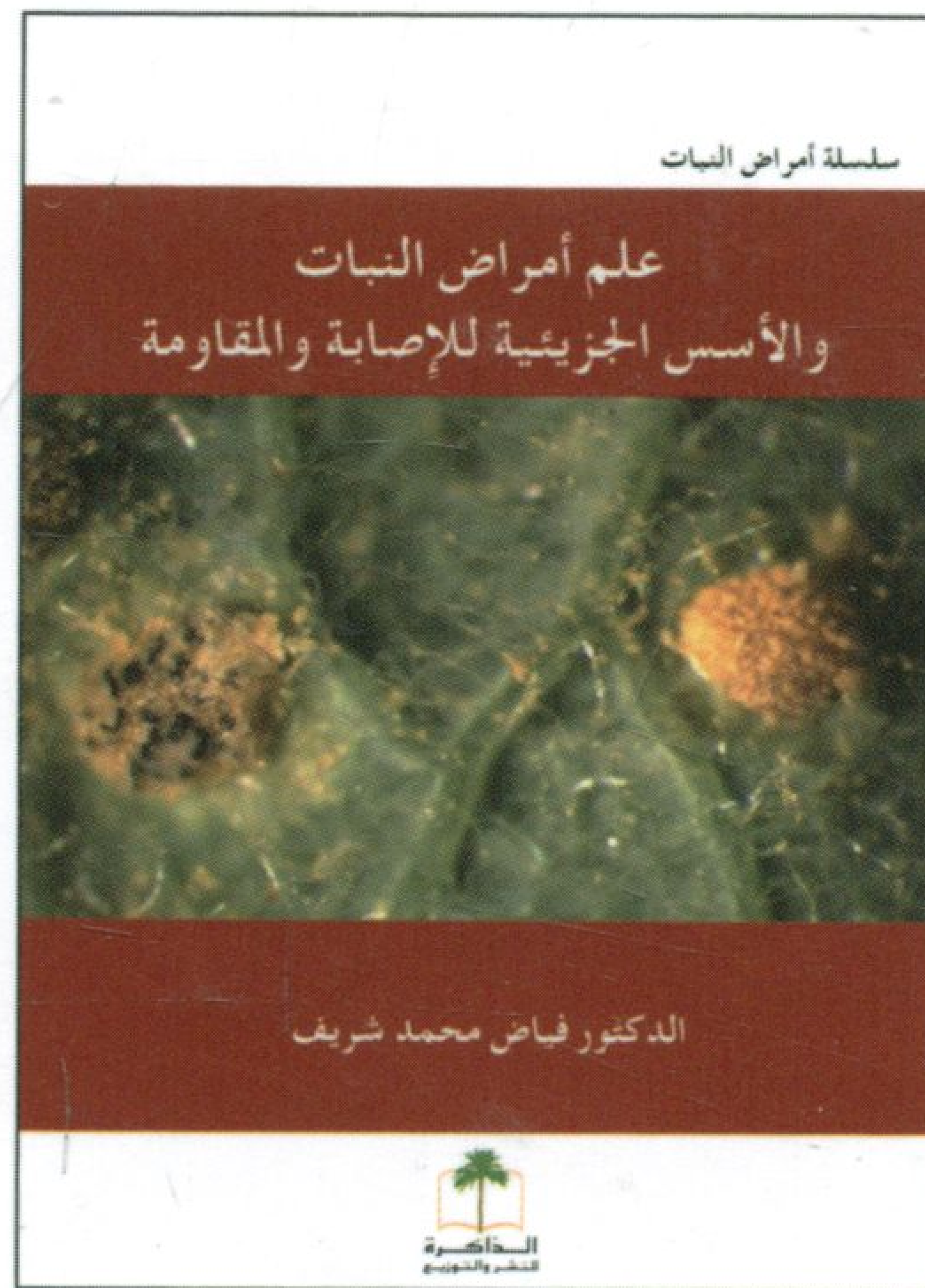





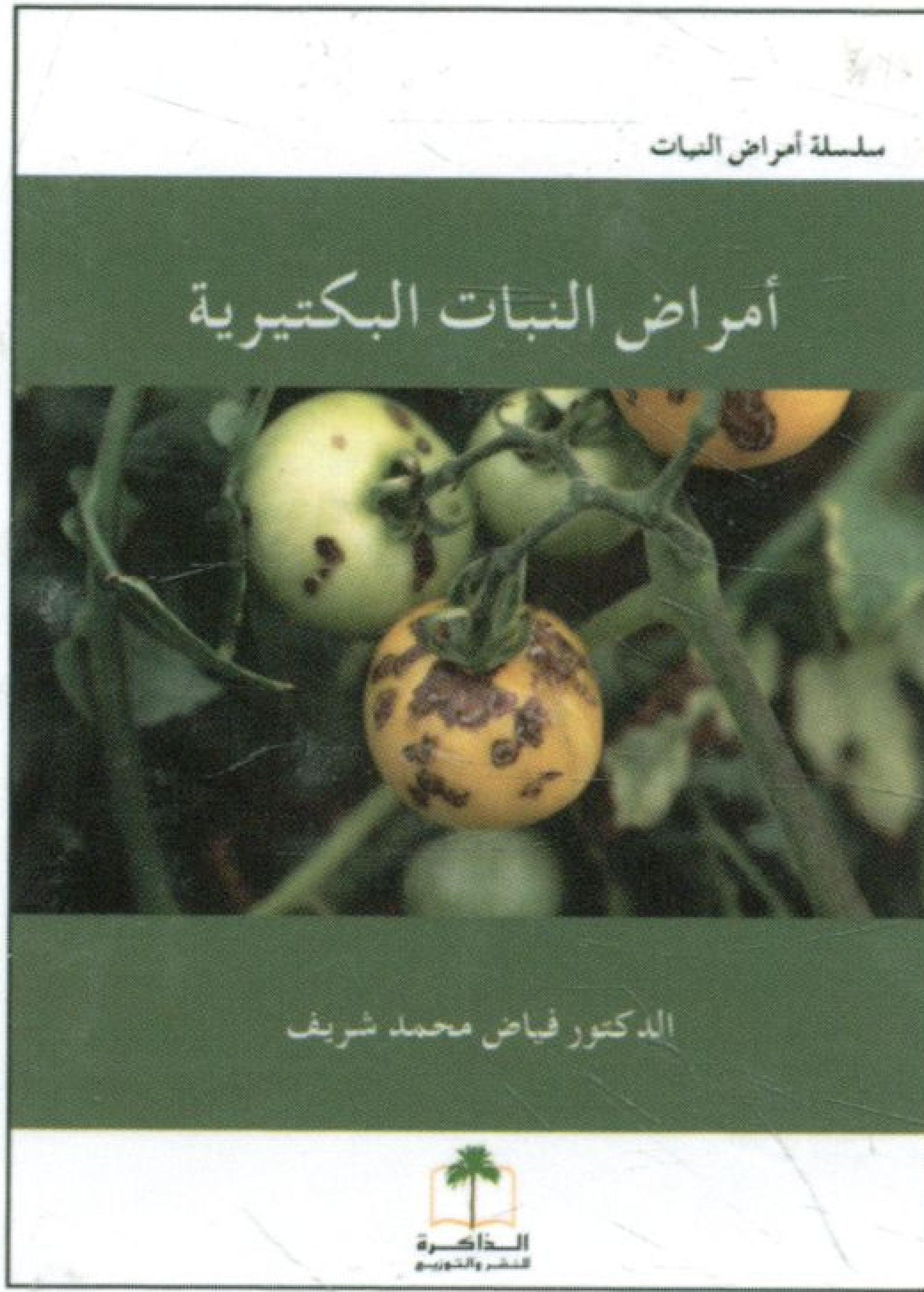


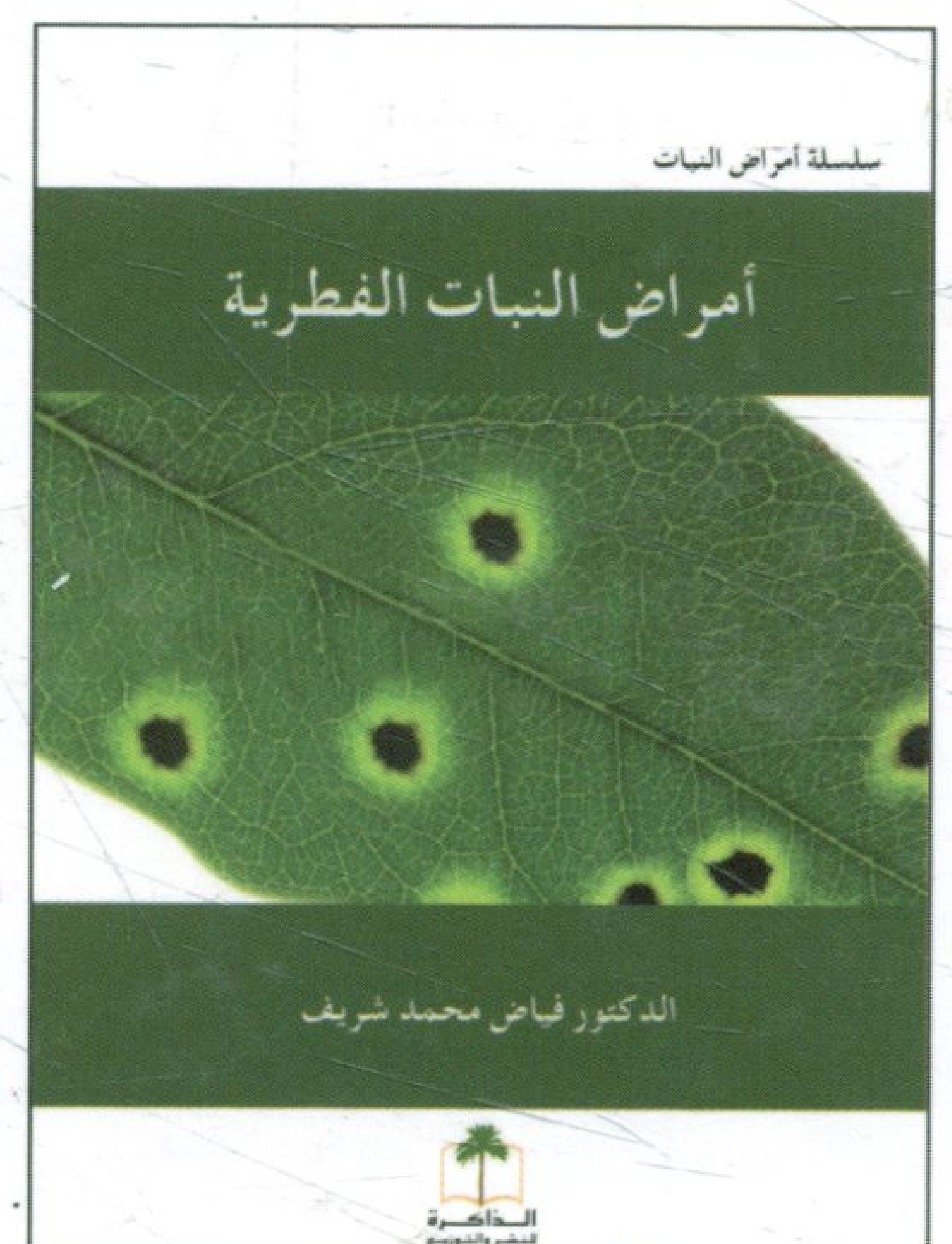



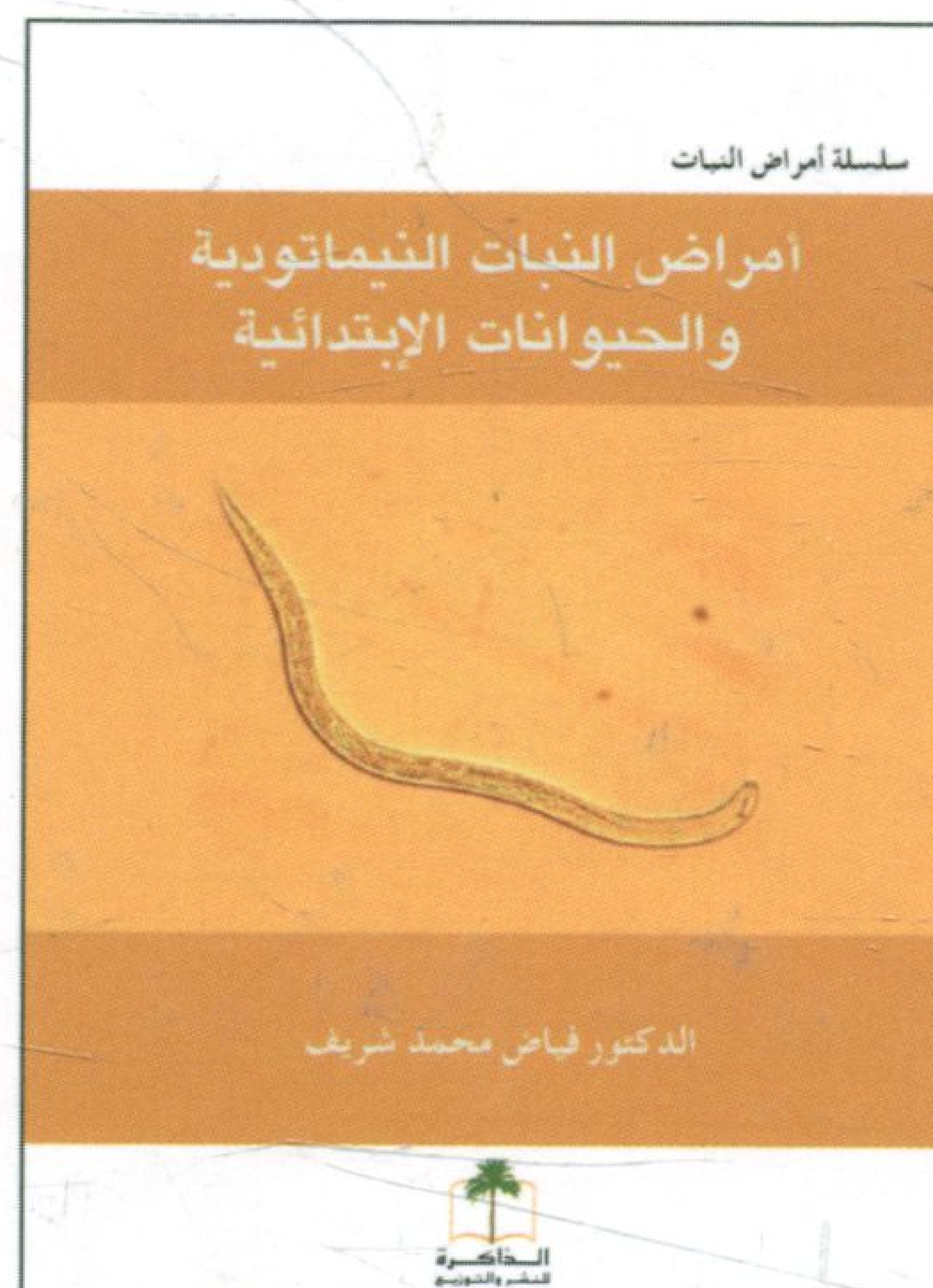

مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

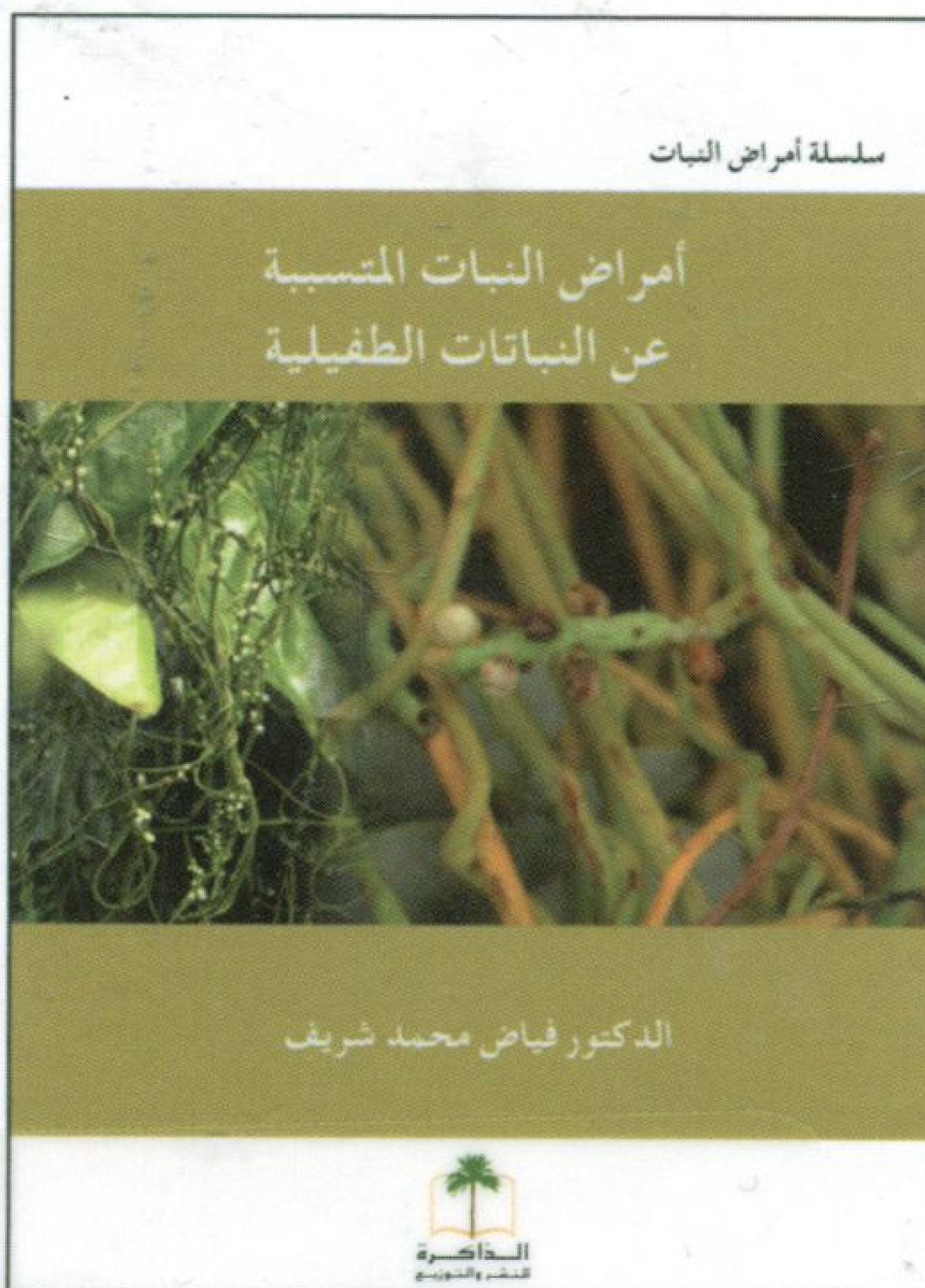





يطلب الكتاب من

**الذاكرة**
**للنشر والتوزيع**

العراق : بغداد – الأعظمية بجانب السفارة الهندية .
هاتف : ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ – نقال : ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٨٨٧٨٠
الأردن : عمان – مركز الأردن التجاري – الطابق الثالث .
هاتف : ٥١٥٣٤٦٧ – ٦ – ٩٦٢+ – فاكس : ٥١٥٣٤٧٢ – ٦ – ١٦٢
بريد إلكتروني : www.althakerabookshop.com / info@althakerabookshop.com

ISBN 978-6589-09-818-2

